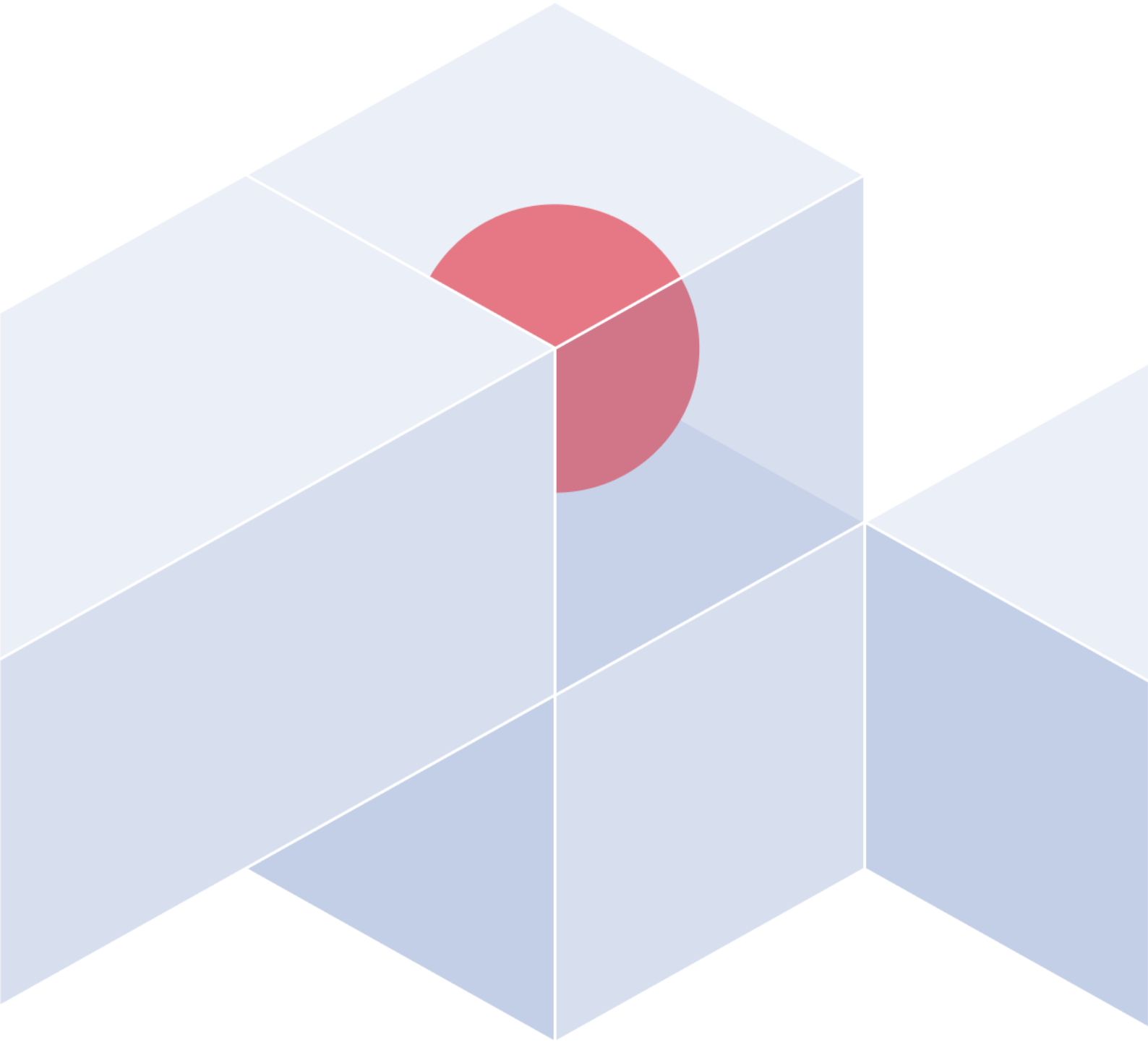
РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ



СПРУТКАМ

©2025 ООО СПРУТ Технология
Все права защищены.

ООО СПРУТ Технология
423816 Россия
г. Набережные Челны,
проспект Вахитова
д. 54 Г, пом. 1005

©2025 ООО СПРУТ Технология
Все права защищены.

ООО СПРУТ Технология
423816 Россия
г. Набережные Челны,
проспект Вахитова
д. 54 Г, пом. 1005

ООО СПРУТ Технология.

СПРУТКАМ - Руководство пользователя

Издано 30/09/2025

©2025 ООО СПРУТ Технология
Все права защищены.

ООО СПРУТ Технология
423816 Россия
г. Набережные Челны,
проспект Вахитова
д. 54 Г, пом. 1005

Содержание

1 Введение 17
1.1 Системные требования 19
1.2 Базовые конфигурации CAM системы 20
1.2.1 Конфигурации CAM системы 20
1.3 Комплект поставки 24
1.4 Установка и запуск системы 25
1.5 Набор файлов системы 26
1.6 Техническая поддержка 28
2 Коротко о главном 29
2.1 Идеология СПРУТКАМ 29
2.2 Рекомендации по быстрому освоению системы 30
2.3 Что нового в СПРУТКАМ 19 33
2.3.1 Общие улучшения. 35
2.3.2 Технологические обновления 37
2.3.3 Обновления в аддитивной обработке 49
2.3.4 Обновление по работе с моделью 59
2.3.5 Улучшения в модуле "Модель" 64
2.3.6 Другие обновления 68
3 Общие сведения 73
3.1 Домашняя страница 73
3.1.1 Область применения: 73
3.1.2 Библиотека проектов 75
3.2 Главное окно системы 75
3.2.1 Панель инструментов приложения 76
3.2.2 Графическое окно и управление визуализацией 94
3.2.3 Режимы работы 104
3.2.4 Фильтр выбора объектов 107
3.2.5 Панель управления видимостью объектов 108
3.2.6 Геометрические системы координат 110
3.2.7 Управление положением осей станка 122
3.2.8 График осей станка 127
3.2.9 Проверка возможности обработки инструментом 128
3.2.10 Кнопка дополнительных утилит на главной панели 130
3.2.11 Кнопка помощи на главной панели 133

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.2.12 Индикатор процесса ... 134
3.2.13 Уведомления о событиях приложения ... 134
3.2.14 Мультипроектность ... 135
3.3 Окно системных установок ... 138
3.3.1 Закладка <Пути> ... 139
3.3.2 Закладка <Единицы измерения> ... 141
3.3.3 Закладка <Визуализация> ... 142
3.3.4 Закладка <Цвета> ... 144
3.3.5 Закладка <Импорт> ... 145
3.3.6 Закладка <Дополнительные> ... 146
3.3.7 Закладка <Технология> ... 149
3.3.8 Закладка <Онлайн функции> ... 150
3.3.9 Закладка <PLM расширения> ... 151
3.3.10 Закладка <PLM соединения> ... 152
3.4 Используемые файлы обмена данными ... 153
3.4.1 Файлы проектов ... 153
3.4.2 Импортируемые файлы ... 154
3.4.3 Экспорт объектов в DXF ... 155
3.4.4 Файлы настройки постпроцессора ... 155
3.4.5 Файлы управляющих программ ... 156
3.4.6 Файлы настройки интерпретатора ... 156
3.4.7 Файлы схемы станка ... 156
3.4.8 Зашифрованные контейнеры .stfc ... 157
3.4.9 Файлы наладки ... 157
3.5 Система обновления ... 157
3.6 Менеджер контейнеров ... 159
3.7 Менеджер лицензий ... 161
3.8 Логи системы ... 167
3.9 Работа с командой в облаке ... 168
3.9.1 Область применения: ... 168
3.9.2 Особенности работы с командой в облаке: ... 168
4 Подготовка геометрической модели ... 173
4.1 Структура геометрической модели ... 173
4.1.1 Типы геометрических объектов ... 174
4.1.2 Окно структуры геометрической модели ... 177
4.1.3 Выбор объектов ... 183
4.1.4 Интеллектуальный выбор объектов ... 184

© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.1.5 Редактирование структуры геометрической модели ... 198
4.2 Импорт геометрических объектов ... 203
4.2.1 Импорт объектов из IGES-файлов ... 205
4.2.2 Импорт объектов из STEP-файлов ... 207
4.2.3 Импорт объектов из DXF-файлов ... 207
4.2.4 Импорт объектов из PostScript-файлов ... 208
4.2.5 Импорт объектов из STL-файлов ... 210
4.2.6 Импорт объектов из PLY-файлов ... 210
4.2.7 Импорт объектов из AMF-файлов ... 211
4.2.8 Импорт объектов из VRML-файлов ... 211
4.2.9 Импорт объектов из 3dm-файлов (Rhinoceros™) ... 212
4.2.10 Импорт объектов из файлов Parasolid™ ... 212
4.2.11 Импорт объектов из файлов SolidWorks™ ... 213
4.2.12 Импорт объектов из файлов SolidEdge™ ... 213
4.2.13 Импорт объектов из файлов SGM ... 213
4.2.14 Импорт объектов через дополнения к CAM системе ... 214
4.2.15 Импорт объектов из 5DC-файлов ... 214
4.2.16 Дополнения к СПРУТКАМ ... 218
4.3 Редактирование геометрической модели ... 238
4.3.1 Свойства геометрических объектов ... 238
4.3.2 Изменение визуальных свойств ... 242
4.3.3 Удаление ... 242
4.3.4 Пространственные преобразования ... 242
4.3.5 Инвертирование нормалей поверхностей ... 246
4.3.6 Проекция внешних границ ... 246
4.3.7 Объединение кривых ... 248
4.3.8 Триангуляция поверхностей ... 249
4.3.9 Создание надписей ... 250
4.3.10 Создание сечений ... 252
4.3.11 Сшивка поверхностей ... 254
4.3.12 Экспорт 3D Модели ... 256
4.3.13 Закрытие отверстий ... 257
4.3.14 Извлечение изолиний ... 258
4.3.15 Упрощение геометрической модели ... 258
4.3.16 Работа со сплайнами ... 262
4.3.17 Продление поверхности ... 263
4.4 Среда двумерных геометрических построений ... 267
4.4.1 Построение и редактирование элементов ... 267

© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.4.2 Отрезок ... 268
4.4.3 Дуга ... 271
4.4.4 Окружность ... 274
4.4.5 Прямоугольник ... 277
4.4.6 Контур ... 280
4.4.7 Фаска и скругление ... 288
4.4.8 Размеры ... 290
4.4.9 Эквидистанта ... 293
4.4.10 Функция отсечения элемента ... 294
4.4.11 Разрушение элементов ... 296
4.4.12 Дополнительные функции ... 296
4.4.13 Именованные блоки ... 298
4.4.14 Ограничения ... 300
4.4.15 Пример построения чертежа ... 304
4.4.16 Пример построения чертежа с использованием ограничений ... 318
4.4.17 Плоскости ... 333
4.5 Модель (3D геометрия) ... 334
4.5.1 Область применения: ... 334
4.5.2 Главное окно ... 335
4.5.3 Проектирование в 2D-режиме ... 339
4.5.4 Проектирование в 3D-режиме ... 359
4.5.5 Как создать заготовку из 3D-модели детали ... 394
5 Создание технологии обработки ... 405
5.1 Общие принципы формирования технологии обработки ... 405
5.1.1 Схема станка ... 405
5.1.2 Последовательность обработки ... 405
5.1.3 Дерево операций ... 406
5.1.4 Траектория операции ... 406
5.1.5 Установы ... 407
5.1.6 Выбор технологического оборудования и изменение его характеристик ... 408
5.1.7 Формирование последовательности операций ... 411
5.1.8 Создание новой операции ... 414
5.1.9 Выполнение операции ... 418
5.1.10 Генерация управляющей программы ... 419
5.1.11 Генерация отчетов ... 421
5.1.12 Типовые технологические процессы ... 426
5.1.13 Настройка технологических операций ... 427

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.1.14 Шаблон траектории ... 443
5.1.15 Создание вспомогательной технологической операции ... 454
5.1.16 Интерполяция траектории ... 455
5.1.17 Обнаружение столкновений станка при фоновом расчете результатов обработки 458
5.1.18 Редактирование списка игнорируемых столкновений. ... 460
5.2 Структура режима работы технология Технология ... 464
5.2.1 Область применения: ... 464
5.2.2 Панель Оборудование ... 465
5.2.3 Панель Наладка ... 476
5.2.4 Рабочее задание ... 499
5.2.5 Параметры операции ... 561
5.2.6 Подходы/Отходы ... 582
5.2.7 Преобразования ... 664
5.2.8 Режимы обработки ... 675
5.2.9 Оснастка ... 694
5.3 Группы операций (Структура проекта) ... 698
5.3.1 Область применения: ... 698
5.3.2 Особенности работы: ... 698
5.3.3 Установ ... 700
5.3.4 Деталь (группа) ... 702
5.3.5 Копия детали ... 703
5.3.6 Группа размножения ... 706
5.4 Сортировка (порядок обработки) и переходы ... 709
5.4.1 Область применения: ... 709
5.4.2 Основные элементы: ... 710
5.5 Перечень типов технологических операций ... 711
5.6 Описание базовых технологических понятий ... 730
5.6.1 Группа операций ... 730
5.6.2 Деталь ... 730
5.6.3 Заготовка ... 732
5.6.4 Доработка остаточного материала ... 733
5.6.5 Результат обработки ... 734
5.6.6 Точки засверливания ... 735
5.6.7 Инструмент ... 735
5.6.8 Участки траектории инструмента ... 743
5.6.9 Типы подач ... 746
5.6.10 Точность ... 748

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.6.11 Припуск ... 749
5.6.12 Угол отступа ... 749
5.6.13 Боковой угол ... 750
5.6.14 Выбор шага по высоте гребешка ... 751
5.6.15 Способ перехода ... 753
5.6.16 Фронтальный угол ... 758
5.6.17 Способы обработки в управляемых операциях ... 760
5.6.18 Высокоскоростное врезание ... 762
5.6.19 Трехмерная доработка ... 763
5.6.20 Способы движения вниз в черновых построчных операциях ... 764
5.6.21 Врезание инструмента ... 765
5.6.22 Разрешить обратное направление ... 766
5.6.23 Аппроксимация кривых ... 767
5.6.24 Глубина врезания ... 767
5.6.25 Магазин инструментов ... 768
5.6.26 Коррекция на радиус инструмента во фрезерных операциях ... 768
5.6.27 3D коррекция инструмента ... 772
5.7 Создание технологии на базе конструктивных элементов ... 772
5.7.1 Технологический процесс КТ элемента ... 774
5.7.2 Интерфейс библиотеки технологических процессов ... 776
5.7.3 Интерфейс дерева конструктивных элементов ... 779
5.7.4 Интерфейс задания тех. процессов для выбранных элементов ... 781
5.7.5 Интерфейс редактирования тех. процесса ... 783
5.7.6 Параметры формирования операций ... 787
5.7.7 Параметры операций обработки элемента ... 788
5.8 Обработка на фрезерных станках ... 788
5.8.1 Типы технологических операций ... 789
5.8.2 Операции для 2D и 2.5D обработки ... 790
5.8.3 Операции для 3-х координатной обработки ... 859
5.8.4 Операции для 4-х и 5-ти координатной обработки ... 963
5.8.5 Высокоскоростная обработка ... 1117
5.8.6 Настройка технологических операций ... 1121
5.8.7 Адаптивная стратегия выборки ... 1160
5.8.8 Стратегии выборки ... 1162
5.9 Обработка на токарных станках ... 1169
5.9.1 Типы технологических операций ... 1169
5.9.2 Технологические операции для токарной обработки ... 1170
5.9.3 Токарные циклы ... 1238

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.9.4 Настройка технологических операций ... 1278
5.10 Обработка на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах ... 1303
5.10.1 Типы токарно-фрезерных станков ... 1304
5.10.2 Наладка станка ... 1306
5.10.3 Позиционирование детали ... 1308
5.10.4 Точка смены инструмента ... 1311
5.10.5 Позиционирование инструмента ... 1312
5.10.6 Обязательные проверки перед заключительной генерацией УП ... 1313
5.10.7 Обработка с использованием противошпинделя ... 1314
5.10.8 Точение осью U ... 1318
5.11 Обработка на вырезных станках ... 1319
5.11.1 Операция Резка ... 1321
5.11.2 Операция Резка 4D ... 1325
5.11.3 Резка 5D ... 1327
5.11.4 Настройка технологических операций ... 1329
5.12 Резка ножом ... 1363
5.12.1 Режущий инструмент - "нож" ... 1364
5.12.2 Резка ножом 2D ... 1364
5.12.3 Резка ножом 6D ... 1365
5.12.4 Поведение ножа в острых углах ... 1365
5.13 Обработка на электроэрозионных станках ... 1366
5.13.1 Технологические операции для электроэрозионной обработки ... 1368
5.13.2 Настройка технологических операций ... 1380
5.14 Обработка промышленными роботами ... 1411
5.14.1 Настройка системы координат инструмента и заготовки ... 1412
5.14.2 Управление 6й осью робота ... 1416
5.14.3 Управление рельсами ... 1419
5.14.4 Управление поворотным (глобусным) столом ... 1420
5.14.5 Обход недостижимых позиций и сингулярностей ... 1423
5.14.6 Формирование переходов (устаревший метод) ... 1432
5.15 Многозадачная обработка ... 1437
5.15.1 Задание субмашин в схеме станка ... 1441
5.15.2 Программирование автоматов продольного точения ... 1442
5.15.3 Автоматическая расстановка точек синхронизации ... 1444
5.16 Операции по перемещению детали ... 1445
5.16.1 Требования к схеме станка для операций перемещения детали ... 1445
5.16.2 Управление захватами ... 1447

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.16.3 Захват и перемещение ... 1450
5.16.4 Токарный перехват ... 1458
5.16.5 Работа противошпинделем ... 1463
5.16.6 Подача прутка ... 1466
5.17 Сварка ... 1468
5.17.1 Операция Точечная сварка ... 1470
5.17.2 Операции Сварка 5D и Сварка 6D ... 1476
5.18 Аддитивная обработка ... 1483
5.18.1 Операция Наплавка области ... 1486
5.18.2 Операция Наплавка по кривой ... 1491
5.18.3 Операция Наплавка 3D ... 1494
5.18.4 Операция Наплавка 5D ... 1497
5.18.5 Плоская печать ... 1510
5.18.6 Неплоская печать ... 1513
5.19 Обработка дисковым инструментом ... 1530
5.19.1 Дисковый инструмент ... 1532
5.19.2 Распиловка диском 2D ... 1535
5.19.3 Распиловка диском 6D ... 1539
5.19.4 Черновая обработка диском ... 1543
5.20 Операции измерения ... 1547
5.20.1 Создание собственных циклов измерения (шаблоны) ... 1548
5.20.2 Типы циклов измерения ... 1552
5.20.3 Использование подготовленных циклов измерения ... 1565
5.20.4 Окно шаблонов измерений ... 1572
5.21 Покраска ... 1577
5.21.1 Схема станка ... 1577
5.21.2 Технологические операции ... 1579
5.21.3 Покрасочные инструменты ... 1581
5.22 Устаревшие операции ... 1588
5.22.1 Операция 2.5D обработки фасок ... 1588
5.22.2 Операция 2.5D обработки горизонтальных участков ... 1589
5.22.3 Операция 2.5D выборки ... 1590
5.22.4 Операция 2.5D обработки стенок ... 1591
5.22.5 Чистовая комбинированная операция (послойно-управляемая) ... 1591
5.22.6 Чистовая управляемая операция ... 1592
5.22.7 Черновая управляемая операция ... 1594
5.22.8 Операция пиление ... 1596

© 2025 ООО СПРУТ Технология

6 Моделирование обработки 1599
6.1 Область применения: 1599
6.2 Управление процессом моделирования (кнопки). 1602
6.3 Траектория перемещения инструмента 1602
6.3.1 Структура траектории перемещения инструмента 1602
6.3.2 Список основных технологических команд CLDATA 1603
6.3.3 Выбор технологических команд с помощью графического окна 1605
6.3.4 Функции редактирования траектории 1606
6.3.5 Пространственные преобразования траектории 1608
6.4 Управление процессом моделирования 1609
6.4.1 Управление движением инструмента 1610
6.4.2 Анализ ошибок в процессе моделирования 1611
6.4.3 Оптимизация подач 1612
6.4.4 Задание параметров заготовки 1613
6.4.5 Турбо режим моделирования 1614
6.4.6 Экспорт результата моделирования 1615
6.4.7 Функция удаления остатков 1615
6.5 Моделирование обработки по управляющей программе 1616
6.5.1 Процесс моделирования обработки по тексту управляющей программы 1619
6.6 Моделирование покраски 1620
6.6.1 Область применения: 1620
6.6.2 Советы по созданию проекта с операцией покраска. 1621
6.7 Твердотельное моделирование 1623
7 Обрабатывающий инструмент 1625
7.1 Окно Инструменты 1625
7.1.1 Управление библиотеками 1630
7.1.2 Редактирование фрезерного инструмента 1632
7.1.3 Редактирование токарного инструмента 1636
7.1.4 Окно выбора фрезерной оправки 1639
7.2 Список инструментов проекта 1640
7.3 Формирование инструмента произвольной формы 1645
7.4 Окно державок (*.osd) 1649
7.5 API для импорта обрабатывающих инструментов 1651
8 Возможности расширения и интеграции системы 1653
8.1 Область применения: 1653

© 2025 ООО СПРУТ Технология

8.2 Скрипты в СПРУТКАМ 1653
8.2.1 Скрипты в СПРУТКАМ 1654
8.2.2 Среда разработки скриптов 1654
8.2.3 Программный интерфейс СПРУТКАМ 1657
8.2.4 Скриптовые операции 1657
8.2.5 Операции со скриптовыми событиями 1660
8.2.6 Скрипты 1660
8.3 Интеграция с PLM 1660
8.3.1 Авторизация во внешней системе в главном окне CAM 1661
8.3.2 Импорт геометрической модели из внешней системы 1662
8.3.3 Установка и настройка модулей интеграции с PLM 1664
8.3.4 Загрузка и сохранение станков во внешней системе 1666
8.3.5 Загрузка и сохранение постпроцессоров во внешней системе 1670
8.3.6 Загрузка и сохранение инструментов во внешней системе 1672
8.3.7 Открытие и сохранение проектов во внешней системе 1674
9 Лицензируемые опции СПРУТКАМ 1677
9.1 «Адаптивная» 1677
9.1.1 Особенности адаптивной стратегии выборки 1679
9.1.2 Как выбрать стратегию выборки 1680
9.1.3 Особенности генерации траектории 1681
9.2 «Контроль робот» 1684
9.3 «Робот-фрезер» 2D-5D фрезерные операции 1685
9.4 Расширенное многоосевое управление 1685
9.5 Операции 1685
9.5.1 «Распил» 5-ти координатная резка дисковой пилой 1686
9.5.2 «5D Резка» Резка криволинейных поверхностей 1686
9.5.3 Сварка 1686
9.5.4 Наплавка 1687
9.5.5 Резка ножом 1687
9.5.6 Операция на основе текста УП, Токарная операция на основе текста УП 1688
9.6 Операции требующие адаптации от разработчика под оборудование 1703
9.6.1 Термообработка 1703
9.6.2 Сварка 1703
9.6.3 Наплавка 1704
9.6.4 Струйная резка 1704
9.7 Модуль интеграции с Teamcenter 1704

© 2025 ООО СПРУТ Технология

10 Приложения 1705
10.1 Матрица технологических операций для конфигураций CAM системы 1705
10.2 Конфигурации по видам обработки 1713
10.3 Перечень интерпретаторов 1715
10.3.1 Область применения: 1716
10.4 Получение ознакомительной лицензии 1716
10.4.1 Пошаговое руководство 1716
10.5 Рекомендации по отправке запроса в техподдержку 1723
10.5.1 Итак, для эффективного решения проблемы отчёт об ошибке должен содержать : 1723
10.6 Решение проблем с авторизацией в менеджере лицензий 1723
10.6.1 Проблема: 1723
10.6.2 Недоступна кнопка Sign в окне менеджера лицензий. 1723
10.6.3 Решение: 1723
10.6.4 Проблема: 1724
10.6.5 Менеджер лицензий не запускается 1724
10.6.6 Решение: 1724
10.6.7 Проблема: 1725
10.6.8 Не удается индентифицировать проблему или методы решения указанные выше не помогли 1725
10.6.9 Решение: 1725
10.7 Additionally installed software 1725

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Руководство пользователя СПРУТКАМ

© 2025 ООО СПРУТ Технология

1 Введение

СПРУТКАМ ® – современная полнофункциональная CAM-система[1], предназначенная для разработки управляющих программ(see page 419) для обработки деталей различной сложности на фрезерных, токарных, режущих станках, роботах, токарно-фрезерных обрабатывающих центрах с ЧПУ с количеством непрерывных осей до 5 и электроэрозионных станков с 2-х и 4-х координатной обработкой. СПРУТКАМ используется при изготовлении штампов, пресс-форм, литейных форм, прототипов изделий, мастер-моделей, деталей машин и конструкций, оригинальных изделий, шаблонов; при гравировке и вырезке надписей и изображений.

СПРУТКАМ работает непосредственно с геометрическими объектами исходной модели без предварительной аппроксимации или триангуляции. Это позволяет, во-первых, максимально экономно использовать ресурсы компьютера, а, во-вторых, производить расчет траектории инструмента с любой необходимой точностью.

Важными отличительными особенностями системы являются:

- Развитые средства импорта и преобразования геометрической модели;
- Корректная обработка разрывов и перехлёстов между формообразующими поверхностями;
- Сквозная передача состояния заготовки между этапами и различными видами обработки;
- Расширенный набор функций управления параметрами технологических операций;
- Множество методов оптимизации обработки;
- Обязательный контроль на подрезание на всех стадиях расчета траектории;
- Реалистичное моделирование обработки;
- Полный контроль столкновений узлов станка с обрабатываемой деталью;
- Редактор схем станков;
- Простота в освоении и использовании;
- Современный удобный интерфейс, практически исключающий потребность в использовании документации.

Геометрическая модель изготавливаемой детали, заготовки, оснастки и т.п. может быть подготовлена в любой CAD-системе [2] и передана в СПРУТКАМ через файл формата IGES, DXF, STL, VRML, Postscript, 3dm, SGM, STEP или Parasolid. СПРУТКАМ имеет множество функций для последующего преобразования модели, а также встроенную среду двумерных параметрических построений для создания и редактирования 2D-элементов. При формировании моделей детали, заготовки и оснастки можно сшивать в тела поверхностные модели и создавать различными способами объёмные модели на базе имеющихся кривых. Широкий набор типов технологических операций и функции управления их параметрами позволяют формировать оптимальные процессы изготовления деталей различных видов. Контроль полученной траектории инструмента может производиться во встроенной среде моделирования обработки. Для генерации управляющих программ имеется множество файлов настройки на распространенные системы ЧПУ. Коррекция имеющихся файлов настройки и создание новых производится в < Генераторе постпроцессоров(see page 419) >.

Система имеет четыре основных режима работы: подготовка геометрической модели(see page 173), дополнительные двумерные построения(see page 267), формирование процесса обработки(see page 405) и моделирование обработки. Управление режимами работы производится выбором соответствующих закладок на панели главного окна системы (< 3D Модель >, < 2D Геометрия >, < Технология >, < Моделирование >).

В режиме < **Подготовки** геометрической модели > производится импорт из файлов передачи геометрической информации, корректировка структуры геометрической модели,

© 2025 ООО СПРУТ Технология

пространственные преобразования объектов, генерация новых элементов из существующих, управление визуальными свойствами объектов.

Встроенная < Среда двумерных геометрических построений > позволяет создавать двумерные геометрические объекты в главных плоскостях систем координат. Среда имеет мощные средства построения параметризованных геометрических моделей и возможность их привязки к координатам трехмерной модели.

В режиме < Технология > задаётся изготавливаемая деталь, исходная заготовка, применяемая оснастка и формируется процесс обработки детали, который представляет собой последовательность технологических операций различных типов. Изменение их очередности и редактирование параметров возможны на любом этапе проектирования техпроцесса. При создании новой технологической операции система автоматически устанавливает весь набор параметров операции в значения 'по умолчанию' с учетом метода обработки и геометрических параметров детали. Набор доступных технологических операций определяется конфигурацией программы и от выбранного типа оборудования (из списка удаляются те типы операций, которые невозможно выполнить на указанном станке).

С закладки < Технология > осуществляется доступ к постпроцессору для генерации управляющих программ. Файлы настройки на различные системы ЧПУ формируются < Генератором постпроцессоров >.

Режим < Моделирования > предназначен для эмуляции процесса обработки, спроектированного в режиме < Технология >. Кроме реалистичного отображения процесса обработки производится контроль на столкновение инструмента и оправки с деталью и оснасткой и контроль на превышение допустимых значений технологических параметров.

[1] CAM-система (сокращение от англ. Computer-Aided Manufacturing) – система автоматизированной подготовки производства – общий термин для обозначения программных систем подготовки информации для станков с числовым программным управлением. Традиционно исходными данными для таких систем были геометрические модели деталей, получаемые из систем CAD.

[2] CAD-система (сокращение от англ. Computer-Aided Design) – система автоматизированного проектирования (САПР) – общий термин для обозначения всех аспектов проектирования с использованием средств вычислительной техники. Обычно охватывает создание геометрических моделей изделия (твердотельных, трехмерных, составных), а также генерацию чертежей изделия и их сопровождение. Следует отметить, что отечественный термин "САПР" по отношению к промышленным системам имеет более широкое толкование, чем CAD – он включает в себя как CAD, так и CAM, а иногда и элементы CAE.

Сопутствующие ссылки:

Базовые конфигурации CAM системы(see page 20)

Системные требования(see page 19)

Комплект поставки(see page 24)

Установка и запуск системы(see page 25)

Набор файлов системы(see page 26)

Техническая поддержка(see page 28)

1.1 Системные требования

Для установки и работы в системе СПРУТКАМ рекомендуется использовать ПК со следующими характеристиками:

Требования	**Минимальные** (малые и средние проекты)	**Рекомендуемые** (большие проекты)
ОС *, **	Windows 10 x64	Windows 11
Процессор	64-разрядный процессор Intel® или AMD® с тактовой частотой 2,4 ГГц или выше	Intel® i7/i9 Rocket Lake или новее или AMD® Ryzen 7®/Ryzen 9® Zen 3 или новее
Оперативная память	8 ГБ ОЗУ	32 GB ОЗУ
Видео адаптер	Видеокарта с поддержкой OpenGL (OpenGL 1.5) с 1 ГБ памяти	NVIDIA серии GeForce®/Quadro® с 4 ГБ выделенной памяти или выше
Накопитель (диск)	Твердотельный накопитель (SSD) со свободным пространством не менее 5 ГБ	Диск NVMe со свободным пространством не менее 5 ГБ
Монитор	1280×960 или больше	1920×1080 или 4K, 2 монитора
3D мышь	—	3Dconnexion 3D совместимая мышь
Интернет	—	Интернет-соединение 100 Мбит или быстрее

Примечание: Требуемая конфигурация компьютера значительно зависит от сложности обрабатываемых моделей и точности обработки(see page 748). Чем сложнее модель и чем выше требуемая точность обработки, тем больший объем расчетов необходимо произвести для генерации траектории инструмента(see page 419) и обработать большие объемы данных в памяти компьютера. Соответственно, чем мощнее компьютер (чем больше тактовая частота процессора, частота шины данных, объем оперативной памяти), тем быстрее эти расчеты будут произведены.

*СПРУТКАМ не поддерживается на компьютерах на базе Apple Macintosh®. Некоторые клиенты успешно запускали и использовали СПРУТКАМ в виртуальной среде Windows на компьютерах Mac с помощью Boot Camp или любого эмулятора Windows (Wine, Parallels Desktop, Virtual Box, VMware Fusion, CrossOver и т. д.). Хотя конечный пользователь может выбрать запуск Windows на MAC®, такой режим использования не поддерживается СПРУТКАМ.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

** Антивирусное программное обеспечение: Сегодня на большинстве компьютеров установлено какое-либо антивирусное программное обеспечение для защиты от нежелательных вредоносных программ. В некоторых случаях было обнаружено, что они мешают работе таких приложений, как СПРУТКАМ. СПРУТ-Технология не рекомендует конкретные продукты, но если вы обнаружите непредвиденные проблемы, это может быть конфликт с антивирусным программным обеспечением. Все программное обеспечение, которое мы предоставляем вам, проверяется службой Kaspersky Antivirus и службой компании Avast. Поэтому мы доверяем нашему программному обеспечению. Попробуйте временно отключить антивирусную программу или установить исключение для СПРУТКАМ для решения или диагностирования проблем такого рода.

Сопутствующие ссылки:

Введение(see page 17)

1.2 Базовые конфигурации CAM системы

1.2.1 **Конфигурации CAM системы**

1.2.1.1 Экспресс

Наиболее простая конфигурация, фрезерная обработка только при постоянном уровне по Z.

Доступные операции: Выборка, Обработка отверстий, 2D контур, Обработка плоских участков, Вспомогательная операция.

1.2.1.2 Резка

Содержит операции для 2D фрезерования и резки. Подходит для программирования резки плоских листов фрезой, лазером, плазмой, гидроабразивом.

Доступные операции: 2D контур, Обработка отверстий, Резка, Резка 4D, Вспомогательная операция.

1.2.1.3 2.5x Фрезер

Изготовление деталей по чертежам. (Чертеж можно импортировать или создать во встроенном 2D CAD редакторе). Можно так же выбрать в качестве рабочего задания грани на импортированной 3D модели. Эта конфигурация не работает с поверхностями.

В комбинации с опцией "Токарь" можно использовать для программирования токарно-фрезерных станков.

Доступные операции: 2D контур, Обработка плоских участков, Обработка торцев, Обработка отверстий, Гравировка (без проецирования на деталь), Выборка, 2.5D Выборка, 2.5D Фрезерование плоских участков, 2.5D Обработка стенок, 2.5D контур, Черновая послойная, Обработка фасок, Резка 2D.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

1.2.1.4 3x Фрезер базовый

Конфигурация для изготовления деталей на 3-осевом станке по 3D моделям. Решение для машиностроительных деталей с простыми по форме изогнутыми поверхностями.

В комбинации с опцией "Токарь" можно использовать для программирования токарно-фрезерных станков.

Доступные операции:

Все операции из конфигурации 2.5x Фрезер: 2D контур, Обработка плоских участков, Обработка торцев, Обработка отверстий, Гравировка, Выборка, 2.5D Выборка, 2.5D Фрезерование плоских участков, 2.5D Обработка стенок, 2.5D контур, Обработка фасок, Резка 2D.

А также: Черновая послойная, Черновая построчная, 3D контур, Чистовая послойная, Чистовая построчная, FBM обработка отверстий.

1.2.1.5 3x Фрезер продвинутый

Мощное решение для программирования 3-осевых станков. Изготовление деталей любой сложности на 3-осевом станке, включая детали сложной криволинейной формы, например ложементы, штампы, пресс-формы, формы для литья.

Доступные операции:

Все операции из конфигурации 3x Фрезер базовый:

2.5x Фрезер: 2D контур, Обработка плоских участков, Обработка торцев, Обработка отверстий, Гравировка, Выборка, 2.5D Выборка, 2.5D Фрезерование плоских участков, 2.5D Обработка стенок, 2.5D контур, Обработка фасок, Резка 2D, Черновая послойная, Черновая построчная, 3D контур, Чистовая послойная, Чистовая построчная, FBM обработка отверстий.

А так же: Морфинг, 3D смещение, 3D спираль, Чистовая построчная оптимизированная, Чистовая построчная комплексная, 5D по поверхностям (в 3D режиме), Операции по доработке: Карандашная и Подчистка углов.

1.2.1.6 Ротационная обработка

Программирование станков с 4 й осью (3+1)

Доступные операции:

Все операции из конфигурации 3x Фрезер продвинутый:

2.5x Фрезер: 2D контур, Обработка плоских участков, Обработка торцев, Обработка отверстий, Гравировка, Выборка, 2.5D Выборка, 2.5D Фрезерование плоских участков, 2.5D Обработка стенок, 2.5D контур, Обработка фасок, Резка 2D, Черновая послойная, Черновая построчная, 3D контур, Чистовая послойная, Чистовая построчная, FBM обработка отверстий, Морфинг, 3D смещение, 3D спираль, Чистовая построчная оптимизированная, Чистовая построчная комплексная, 5D по поверхностям (в 3D режиме), Операции по доработке: Карандашная и Подчистка углов.

А так же: Черновая ротационная, Чистовая ротационная, Ротационная послойная, 4D контур, 4D по поверхностям, 4D Морфинг.

1.2.1.7 5x Фрезер

Полная конфигурация СПРУТКАМ для 5-осевых станков, в том числе с поддержкой TCPM.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Доступные операции:

Все операции из конфигурации Ротационная обработка:

2.5x Фрезер: 2D контур, Обработка плоских участков, Обработка торцев, Обработка отверстий, Гравировка, Выборка, 2.5D Выборка, 2.5D Фрезерование плоских участков, 2.5D Обработка стенок, 2.5D контур, Обработка фасок, Резка 2D, Черновая послойная, Черновая построчная, 3D контур, Чистовая послойная, Чистовая построчная, FBM обработка отверстий, Морфинг, 3D смещение, 3D спираль, Чистовая построчная оптимизированная, Чистовая построчная комплексная, 5D по поверхностям (в 3D режиме), Операции по доработке: Карандашная и Подчистка углов, Черновая ротационная, Чистовая ротационная, Ротационная послойная, 4D контур, 4D по поверхностям, 4D Морфинг.

А так же набор 5-осевых операций: 5D по поверхностям, 5D контур, 5D по сеткам, 5D резка.

1.2.1.8 Токарь

Конфигурация для токарных станков с полным набором технологических операций для токарной обработки.

1.2.1.9 Электроэрозия

Конфигурация содержит стратегии для 2-х и 4-х осевой электроэрозионной обработки.

1.2.1.10 **Опции**

Токарь

Словом "Токарь" мы называем как отдельную конфигурацию, так и опцию для фрезерных конфигураций. Здесь речь о втором варианте. Опция Токарь содержит тот же полный набор технологических операций для токарной обработки и в комбинации с фрезерной конфигурацией позволяет программировать токарно-фрезерные станки.

У Токаря есть две разновидности: Токарь ZXCY и Токарь ZXCYB. Второй отличается возможностью точения с использованием оси B.

Эта опция доступна для фрезерных конфигураций начиная с 2.5x Фрезер.

Таблица соответствия типа станка и конфигурации СПРУТКАМ:

Станок	**Конфигурация**
Токарный Z X	Токарь ZXCY
Токарно-фрезерный Z X C (Y)	2.5x Фрезер + Токарь ZXCY 3x Фрезер базовый + Токарь ZXCY 3x Фрезер продвинутый + Токарь ZXCY Ротационная обработка + Токарь ZXCY 5x Фрезер + Токарь XZCY
Токарно-фрезерный Z X C Y B	5x Фрезер + Токарь ZXCYB

Обработка с использованием противошпинделя поддерживается в "Токаре" по умолчанию, однако многоканальная обработка — отдельная опция и не включена в "Токарь" по умолчанию.

3+2 (индексная 5-осевая) обработка

Эта опция активирует использование локальных систем координат (вывод в УП команд G68.2 / CYCLE800 / Plane Spatial) и использование многоосевых подходов/отходов и переходов внутри операций.

Эта возможность по умолчанию поддерживается во всех фрезерных конфигурациях СПРУТКАМ, начиная с 2.5x Фрезер, однако при установке и первом запуске программы эта опция выключена. Чтобы программировать 5-осевую индексную обработку, эту опцию потребуется один раз включить. При последующих запусках программы она останется во включенном состоянии. Сделано это специально, чтобы не засорять интерфейс программы ненужными параметрами при 3-осевой обработке.

Адаптивная SC

Адаптивная стратегия для черновой выборки.

Полная справка(see page 1677)

Многоканальная обработка

Опция активирует возможность многоканальной обработки с синхронизацией. Точки синхронизации может расставлять пользователь. Хорошо подходит для 2-х канальной обработки. При трех и более каналах работать будет сложнее.

Операция на основе текста УП

Эта опция активирует возможность использования операций на основе текста УП: "Операция на основе текста УП", "Токарная операция на основе текста УП".

Данные операции позволяют выполнить:

- прямое управление симуляцией станка посредством G-кодов;
- проверку и оптимизацию управляющей программы;
- преобразование УП одной стойки в другую (для станков с идентичной кинематической схемой);
- отладку работы собственного интерпретатора в процессе его создания.

Не поддерживается электроэрозионная обработка.

Полная справка(see page 1688)

Наплавка

Опция, включающая в себя операции для программирования аддитивных технологий.

Полная справка(see page 1687)

Обработка дисковым инструментом

Группа операций предназначена для пиления и распиловки материалов типа дерева, камня и других подобных материалов дисковым инструментом.

Полная справка(see page 1530)

Интеграция с TeamCenter

Модуль интеграции предназначен для получения данных, требующихся в процессе формирования управляющей программы (УП) для станка с числовым программным управлением, из PLM-системы Teamcenter и передачи сформированной УП, списка

© 2025 ООО СПРУТ Технология

технологических операций и ведомости инструмента, в PLM-систему после выполнения расчёта обработки изделия.

Полная справка(see page 1704)

Робот +

Позволяет программировать промышленных роботов в конфигурации СПРУТКАМ для станков с ЧПУ.

Полная справка(see page 1684)

Сварка

Она реализует функционал автоматического расчета геометрии сварочного шва без привязки к конкретному типу сварки и оборудования.

Полная справка(see page 1468)

Термическая обработка

Следующие операции доступны:

- Лазерная термическая обработка;
- Газоплазменная термическая обработка;

Кроме перечисленных базовых конфигураций СПРУТКАМ может поставляться и в других конфигурациях, специализированных под конкретные потребности заказчика.

Сопутствующие ссылки:

Введение(see page 17)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

1.3 Комплект поставки

В коробочный комплект поставки системы СПРУТКАМ(see page 17) ® входят:

1. Компакт-диск с дистрибутивом системы.

2. Комплект документации (возможно в электронном виде).

3. Электронный ключ защиты от несанкционированного копирования (в зависимости от конфигурации поставки(see page 1713) и способа защиты).

4. Лицензионное соглашение.

5. Упаковка комплекта.

В электронную версию системы СПРУТКАМ(see page 17) ® входят:

- Исполняемый файл для установки программы на ПК пользователя.

Сопутствующие ссылки:

Введение(see page 17)

1.4 Установка и запуск системы

СПРУТКАМ использует веб ориентированную инсталляционную программу и модульную структуру. При этом для веб инсталляции с сервера загружается небольшая программа установщик и затем в процессе установки загружаются только те модули, которые выбраны для установки пользователем. При повторной установке используются ранее загруженные модули, это дает возможность уменьшить объем загружаемых с сервера данных и повысить скорость установки.

На базе этой же модульной структуры и использования CAM системы построен «дисковый» инсталлятор для установки программы с локальной копии.

Для установки СПРУТКАМ® на компьютер, имеющий доступ в интернет, необходимо выполнить следующие действия.

1. Загрузить установочный файл с веб сайта производителя.
2. Находясь в операционной системе Windows, запустить программу установки. Можно запустить установку, используя, например, меню <Пуск> (Start), команду <Выполнить> (Run). В появившемся запросе указать в поле <Открыть> (Open) имя вызываемой программы и нажать кнопку <Ok> или клавишу [Enter].
3. На дисплее будут появляться окна программы установки. В них необходимо ввести следующие данные:
    - Подтвердить согласие с лицензионным соглашением;
    - Произвести обычную, минимальную или выборочную установку (отличаются наличием примеров проектов системы, импортируемых файлов, и прочих вспомогательных файлов);
    - Выбрать папку для установки программы;
    - Ввести учетные данные (логин и пароль) пользователя программы СПРУТКАМ, выданные вам реселлером или полученных при самостоятельной регистрации на сайте.
    - Дождаться загрузки необходимых модулей из интернета;
    - Указать папку главного меню, в которой будут расположены ярлыки для исполняемых файлов системы.

    Для перехода к следующему шагу установки необходимо нажать кнопку < Далее > (Next) в окне запроса.

    По окончании процесса установки системы на компьютер появится окно сообщения о завершении установки. Окно необходимо закрыть нажатием на кнопку < Готово > (Done).

Для установки СПРУТКАМ® с компакт-диска на компьютер необходимо выполнить следующие действия.

1. Вставить компакт-диск;
2. Находясь в операционной системе Windows, запустить программу установки. Можно запустить установку, используя, например, меню < Пуск > (Start), команду < Выполнить > (Run). В появившемся запросе указать в поле < Открыть > (Open) имя вызываемой программы и нажать кнопку < Ok > или клавишу [Enter].
3. На дисплее будут появляться окна программы установки. В них необходимо ввести следующие данные:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Подтвердить согласие с лицензионным соглашением;
- Произвести обычную, минимальную или выборочную установку (отличаются наличием примеров проектов системы, импортируемых файлов, и прочих вспомогательных файлов);
- Выбрать папку для установки программы;
- Дождаться проверки целостности необходимых модулей;
- Указать папку главного меню, в которой будут расположены ярлыки для исполняемых файлов системы.

Для перехода к следующему шагу установки необходимо нажать кнопку < Далее > (Next) в окне запроса.

По окончании процесса установки системы на компьютер появится окно сообщения о завершении установки. Окно необходимо закрыть нажатием на кнопку < Готово > (Done).

Если установлен СПРУТКАМ® с электронным ключом защиты, то перед запуском системы необходимо вставить ключ защиты в зависимости от типа в разъем USB или (при выключенном компьютере) в параллельный порт компьютера (к параллельному порту обычно подключается принтер). Если к параллельному порту подключен принтер или другое устройство, то его интерфейсный кабель нужно вставить в свободный разъем ключа защиты. Наличие ключа защиты не влияет на функционирование компьютера и его взаимодействие с принтером или другим устройством, подключенным к параллельному порту.

Примечание 1: Установку СПРУТКАМ следует производить при наличии прав администратора.

Примечание 2: Если СПРУТКАМ с вариантом защиты под электронный ключ устанавливается на компьютер впервые, то необходимо дополнительно установить драйвер электронного ключа защиты. Можно также установить драйвер ключа из папки KeyDRV внутри каталога установки CAM системы. Установку драйвера ключа необходимо проводить в соответствии с описанием, находящимся в той же папке, что и сам драйвер. В большинстве случаев для этого достаточно запустить файл InstDrv.exe (или SKeyAdd.exe, или Setup.exe, или Install.exe) из папки драйвера.

Примечание 3: Если при запуске система выдает сообщение “Не обнаружен ключ защиты!”, то необходимо проверить надежность и правильность подключения электронного ключа защиты к порту USB или к параллельному порту компьютера. Кроме того, если это сообщение возникло при первом запуске системы, возможно, требуется установить драйвер электронного ключа защиты (см. предыдущее примечание).

Сопутствующие ссылки:

Введение(see page 17)

1.5 Набор файлов системы

Основные исполняемые файлы системы:

- SC.exe — исполняемый модуль системы.
- Inp.exe — исполняемый модуль < Генератора постпроцессоров >.
- SCUpdater.exe — исполняемый модуль системы обновления программы.

Файлы для импорта геометрической информации(see page 203) :

- *.igs, *.iges — Импорт объектов из IGES-файлов(see page 205) ;
- *.dxf — Импорт объектов из DXF-файлов(see page 207) ;
- *.stl — Импорт объектов из STL-файлов(see page 210) ;
- *.vrl — Импорт объектов из VRML-файлов(see page 211) ;
- *.ps, *.eps — Импорт объектов из PostScript-файлов(see page 208) ;
- *.3dm — Импорт объектов из 3dm-файлов (Rhinoceros)(see page 212) ;
- *.x_t, *x_b — Импорт объектов из файлов Parasolid(see page 212) ;
- ***.sldasm, *.sldprt** — Импорт объектов из файлов SolidWorks™(see page 213) ;
- ***.asm, *.par, *.psm, *.pwd** — Импорт объектов из файлов SolidEdge™(see page 213) ;
- ***.step,*.stp** — Импорт объектов из STEP-файлов(see page 207) .

Набор типов импортируемых объектов может пополняться установкой дополнений к СПРУТКАМ(see page 218) .

- *.stcp — файлы проектов системы, содержат всю необходимую информацию : геометрическую модель(see page 173) , технологические операции(see page 411) , траекторию и т.п. Ранее использовалось расширение "***.stc**". Оно также будет поддерживаться.
- ***.stcx** — файлы проекта в формате xml, проект также сохраняется в формате stcp.
- *.sto — файлы, содержащие информацию об операциях: структура операций в проекте, параметры операций и т.д.
- *.dxf; *.eps; *.ps — файлы, содержащие информацию о 2D геометрии.
- *.stl — файлы, содержащие информацию о результатах моделирования.
- *.xml — файлы, содержащие информацию о траектории движения для внешнего моделирования.
- *.sppx — файлы настройки постпроцессора для разных систем ЧПУ (используются СПРУТКАМ и < Генератором постпроцессоров >)
- *.spp — файлы настройки постпроцессора версий СПРУТКАМ, предшествующих версии 8.1. Поддерживаются в новых версиях СПРУТКАМ. < Генератор постпроцессоров > может преобразовывать их в формат *.sppx.
- *.inp — файлы настроек постпроцессора версий СПРУТКАМ , предшествующих версии 4.0. Поддерживаются в новых версиях СПРУТКАМ. < Генератор постпроцессоров > может преобразовывать их в формат *.sppx.
- *.snci — файлы настройки интерпретатора для разных систем ЧПУ (используются СПРУТКАМ в режиме моделирования обработки по управляющей программе(see page 1616) и в операциях на основе текста управляющей программы(see page 1688)).
- *.stfc — файл-контейнер (в формате zip-архива). Может содержать внутри себя любые другие файлы системы (постпроцессоры, схемы станков, файлы проектов и т.д.). Содержимое может быть зашифровано и подписано цифровой подписью.
- *.dsk, *.cfg — файлы, содержащие информацию о настройках экранных форм системы. При их отсутствии генерируются автоматически.

Прочие файлы и папки, записанные в указанный при установке каталог и служебные каталоги ОС, необходимы для полнофункциональной работы системы. Их изменение или удаление может нарушить работоспособность приложения. Замену файлов следует проводить лишь при обновлении версий, в строгом соответствии с прилагающимся к обновлению описанием.

Сопутствующие ссылки:

Введение(see page 17)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

1.6 Техническая поддержка

Техническую поддержку обеспечивает компания ООО "СПРУТ-Технология" или дилер, через которого было приобретено ПО.

С вопросами или пожеланиями, возникающими в процессе эксплуатации СПРУТКАМ ® можно обращаться:

- Через форму обращения в окне ПО CAM системы. Инструкция: https://sprut.ru/support/
- Через портал технической поддержки: https://jira.sprutcam.com/servicedesk/customer/portal/21
- На email: support@sprut.ru[1]
- По телефону: 8(495) 369 00 68

Почтовый адрес:

423816, г. Набережные Челны, проспект Вахитова, дом 54 г, пом. 1005, ООО "СПРУТ-Технология"

Сопутствующие ссылки:

Введение(see page 17)

1 mailto:support@sprut.ru

2 Коротко о главном

Смотри вложенные страницы.

2.1 Идеология СПРУТКАМ

СПРУТКАМ® – система с высокой степенью автоматизации и множеством агрегатных функций.

В общем случае для создания процесса обработки сначала следует задать(see page 429) модель изготавливаемой детали(see page 730), исходную заготовку(see page 732) и оснастку(see page 694). После этого надо сформировать последовательность обработки(see page 411) операция за операцией. Для каждой операции указывается, что и как требуется обработать. Обычно это какая-либо часть детали или деталь целиком и общие требования к процессу обработки, такие как высота гребешка, максимальный угол врезания, способы подхода(see page 744). По введенной информации система автоматически рассчитает оптимальную траекторию с учетом заданных параметров. При этом по умолчанию считается, что каждая следующая операция получает ту же деталь и оснастку, что и предыдущая, а в качестве начальной заготовки каждой последующей операции передаётся весь материал, который остался после обработки предыдущей операцией. То есть, как и при реальной обработке, промежуточная заготовка изменяется от операции к операции, постепенно изменяясь по форме от начальной заготовки к конечной детали.

Порядок действий для получения управляющей программы для станка с ЧПУ, в общем случае, сводится к последовательности действий:

- импортировать геометрическую модель(see page 203) ;
- сформировать модель изготавливаемой детали(see page 730), начальной заготовки(see page 732) и оснастки(see page 694) в корневом узле техпроцесса;
- создать последовательность технологических операций(see page 411), назначить их параметры и рассчитать;
- сгенерировать управляющую программу(see page 419).

При создании новой технологической операции система автоматически устанавливает весь набор параметров операции в значения по умолчанию с учетом метода обработки и геометрических параметров детали. Таким образом, в любой момент времени операция готова к расчету и не требует рутинного ввода множества параметров. Изменение очередности технологических операций и редактирование их параметров возможны на любом этапе проектирования техпроцесса.

В СПРУТКАМ®
всегда соблюдается правило: деталь не должна “зарезаться”, ни при каких обстоятельствах, будь то рабочий ход, переход, подход, врезание или засверливание. И это не зависит ни от инструмента, ни от типа обработки, ни от параметров. Технолог устанавливает способ обработки, а система генерирует управляющую программу так, чтобы удалить материал вне модели.

Интерфейс системы СПРУТКАМ®
не накладывает ограничений на возможность изменений параметров и не регламентирует последовательности действий технолога. Каждая модификация какого-либо параметра приводит к соответствующим изменениям на схематических рисунках экранных форм. Это позволяет значительно сократить сроки освоения системы и время работы с документацией.

Компания СПРУТ-Технология максимально заинтересована в том, чтобы созданные программные продукты по-настоящему работали, были удобны в обращении и приносили Вам реальную пользу. Поэтому служба технической поддержки(see page 28) с радостью

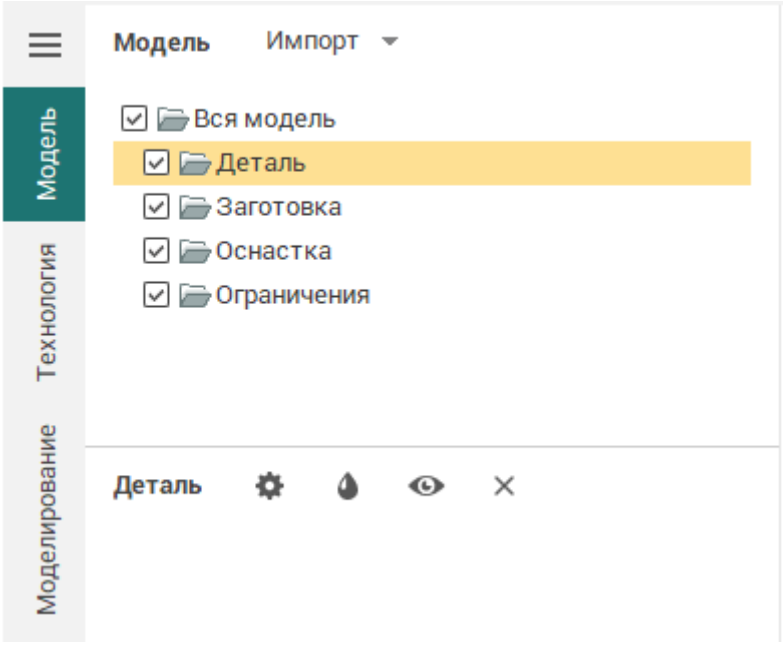
© 2025 ООО СПРУТ Технология

ответит на все вопросы и будет благодарна за предложения и пожелания по улучшению системы.

2.2 Рекомендации по быстрому освоению системы

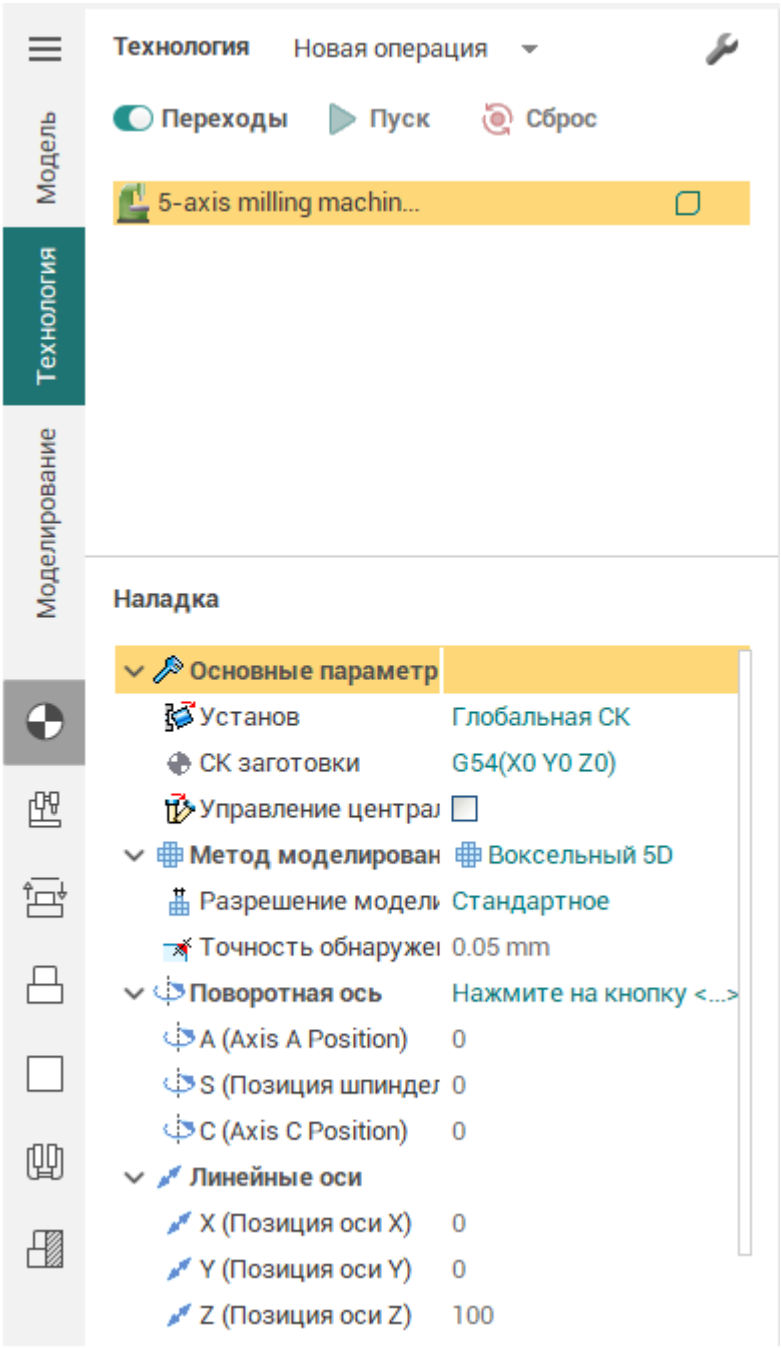
Для быстрого ознакомления с CAM системой достаточно выполнить следующую типовую последовательность действий:

- **Установить** режим работы(see page 104) **<**Модель**>**, выбором соответствующей закладки на главной панели.



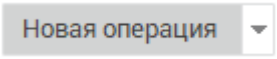
- **Выполнить** импорт модели(see page 203) **из файла обмена геометрической информацией**. Для этого достаточно нажать кнопку Импорт и выбрать интересующий файл в открывшемся окне. Импорт модели производится в текущую папку, поэтому перед импортом детали лучше сделать активной папку <Вся Модель/Деталь>, для импорта заготовки – <Вся Модель/Заготовка> и т.д. Все требуемые модификации модели рекомендуется сделать до начала формирования последовательности обработки, так как при создании операций их параметры автоматически выбираются исходя из заданной на этот момент детали и заготовки.

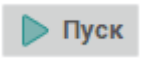
- **Установить** режим работы(see page 104) **<**Технология**>** выбором соответствующей закладки на главной панели.



- **Проконтролировать** тип и параметры станка(see page 408) и при необходимости изменить их. Набор доступных технологических операций зависит от типа оборудования. Например, для токарного станка доступны только токарные операции, для фрезерного – только фрезерные, а для токарно-фрезерного – и те, и другие.
- Сформировать <Деталь> <Заготовку> и <Оснастку>(see page 694) **для корневого узла техпроцесса**, если для их задания недостаточно импортированных моделей. Кроме импортированных твердотельных и поверхностных моделей можно создавать различные призмы и тела вращения, базирующиеся на импортированных или построенных кривых, а так же ссылочные элементы (например, параллелепипед или цилиндр, описанные вокруг детали).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- **Создать новую операцию (операции).** Для создания операции надо нажать на кнопку 

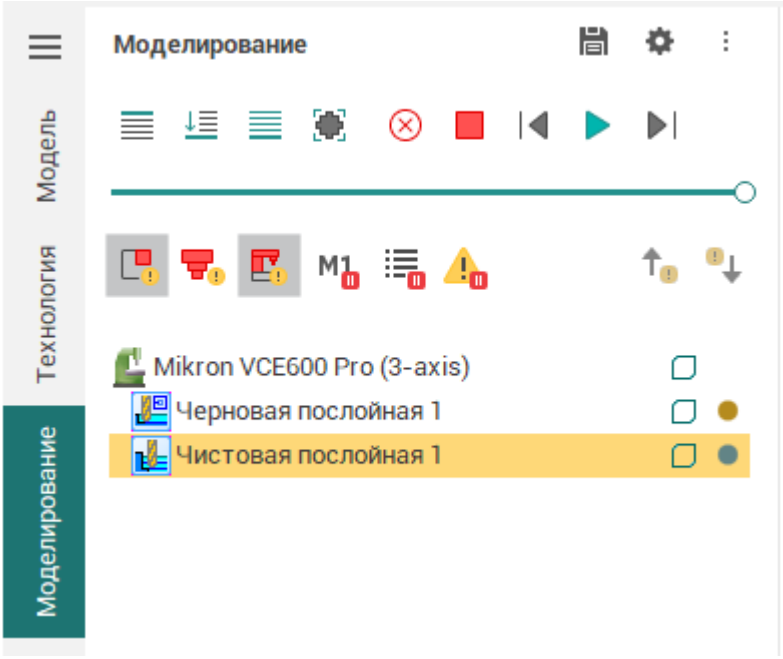
и выбрать тип операции в открывшемся окне. Созданные операции будут добавлены в папку <Обработка> техпроцесса. Новая операция установится текущей и будет доступна для редактирования и выполнения.
- **Определить параметры операции.** При создании операции по умолчанию <Деталь(see page 730)> и <Оснастка(see page 694)> устанавливаются как у предыдущей операции (для первой операции – как в корневом узле техпроцесса), а в качестве <Заготовки(see page 732)> принимается материал, оставшийся после обработки начальной заготовки предыдущими операциями. <Рабочим заданием(see page 499)> по умолчанию считается вся деталь. Все остальные параметры операции выбираются автоматически на основе перечисленных геометрических данных. В большинстве случаев операцию можно сразу запускать на расчёт. Проконтролировать или изменить установленные параметры можно на панели параметров в левой нижней части главного окна или в окне, открывающемся по нажатию кнопки <Параметры> на страничке <Технология>.
- **Запустить выполнение операции** нажатием на кнопку 

. В процессе вычисления на индикаторе внизу главного окна будет высвечиваться, какая часть расчетов уже выполнена на данный момент. Нажатием в поле индикатора можно прервать выполнение операции.



Траектория операций строится таким образом, чтобы обработать по указанной стратегии <Рабочее задание(see page 499)> с контролем <Детали(see page 730)> и <Оснастки(see page 694)>. В черновых операциях удаляется весь требуемый для того материал <Заготовки(see page 732)>. В чистовых операциях учёт <Заготовки(see page 732)> опционален: если заготовка учитывается, то траектория строится только на тех участках <Рабочего задания(see page 499)>, где существует не снятый материал <Заготовки(see page 732)>, а иначе – вдоль всего <Рабочего задания(see page 499)>.

- **Визуально оценить результат обработки** можно включив на <Панели управления видимости объектов(see page 108)> <Видимость результата обработки(see page 734)> 
.
- **Пошагово проконтролировать траекторию** можно во встроенной подсистеме моделирования обработки(see page 1599). Для чего надо выбрать соответствующую закладку на главной панели(see page 104) и нажать кнопку 
для запуска процесса моделирования. При необходимости можно изменить параметры операций и пересчитать их.



- **Запустить** <Постпроцессор(see page 419)> нажатием на кнопку  в режиме <Технология>. В открывшемся окне установить систему ЧПУ (выбрать файл постпроцессора с расширением *.spp или *.ppp) и запустить формирование управляющей программы для выполненных операций техпроцесса нажатием на кнопку <Пуск>. Вывод производится в файл с именем проекта и расширением, соответствующим системе ЧПУ, а также в окно постпроцессора.

- **Для сохранения проекта** надо нажать кнопку  на главной панели(see page 76). При помощи движка в диалоге выбора имени проекта можно установить способ сохранения. Чем детальнее сохраняется рассчитываемая информация, тем больше будет размер проектов.

- **Открытие проекта** производится по нажатию на кнопку  на главной панели(see page 76).

2.3 Что нового в СПРУТКАМ 19

- 2.3.1 Общие улучшения.(see page 35)
  - 2.3.1.1 Интерфейс.(see page 35)
    - Добавлена Стартовая страница.(see page 35)
    - Добавлены Темы пользовательского интерфейса.(see page 35)
    - CAM система теперь запускается быстрее.(see page 37)
- 2.3.2 Технологические обновления(see page 37)
  - 2.3.2.1 Добавлена группа параметров “Контроль углов”.(see page 37)
  - 2.3.2.2 Добавлена опция “Оптимизация подачи в перекрестных отверстиях”. (see page 37)
  - 2.3.2.3 Операция FBM фрезерование была значительно улучшена.(see page 38)
  - 2.3.2.4 В карте робота добавлена возможность вращение траектории вокруг локальных систем координат.(see page 39)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- 2.3.2.5 Добавлен новый параметр “Обработка изнутри”.(see page 39)
- 2.3.2.6 Добавлен новый параметр для управления 6-й осью - “Фиксированное направление угла опережения”.(see page 41)
- 2.3.2.7 Добавлен новый параметр для проверки державки - “Фиксированное направление наклона”.(see page 41)
- 2.3.2.8 Улучшения во взаимодействии с 5D-кривыми.(see page 42)
- 2.3.2.9 Добавлены интерактивные элементы.(see page 43)
- 2.3.2.10 Улучшение в операции 5D Стенки.(see page 43)
  - Работа с Бочкообразными фрезами в операциях 5D Стенки была оптимизирована.(see page 43)
  - Точки контакта.(see page 44)
- 2.3.2.11 Улучшения для операции 5D по поверхностям(see page 45)
  - Точки контакта.(see page 45)
  - Адаптивный шаг(see page 46)
  - Радиальный/Осевой припуск(see page 46)
- 2.3.2.12 Добавлена новая опция в графике осей - График объема удаленного материала.(see page 47)
- 2.3.2.13 Добавлена опция обнаружение столкновений станка при фоновом расчете результатов обработки(see page 48)
- 2.3.2.14 В CAM-системе реализована поддержка прямого редактирования списка игнорируемых столкновений.(see page 48)
- 2.3.2.15 Добавлен новый алгоритм обхода столкновений.(see page 49)
- 2.3.2.16 Добавлена автоматическая карта осей робота.(see page 49)
- 2.3.3 Обновления в аддитивной обработке(see page 49)
  - 2.3.3.1 Параметр минимального времени слоя(see page 49)
  - 2.3.3.2 Последовательность проходов для черновых проходов в операции Ротационная обработка(see page 50)
  - 2.3.3.3 Улучшения в операции Неплоская печать(see page 51)
    - Поддержка поверхностей(see page 51)
    - Стратегия плоской печати(see page 52)
    - Определение начальной точки(see page 52)
    - Смещение начальной точки печати(see page 53)
    - Параметр ориентации инструмента(see page 53)
    - Пределы углов поворота(see page 54)
    - Поддержка одновременной печати нескольких моделей, новые параметры сортировки и размножение(see page 54)
    - Обновлены заполнения(see page 55)
  - 2.3.3.4 Добавлены визуальные манипуляторы(see page 55)
- 2.3.4 Обновление по работе с моделью(see page 59)
  - 2.3.4.1 Добавлена опция продление поверхности.(see page 59)
  - 2.3.4.2 Точки рисования(see page 60)
  - 2.3.4.3 Добавлены новые способы выбора элементов детали (Распространение)(see page 60)
  - 2.3.4.4 Добавлены новые способы выбора элементов детали (выбор поверхности с помощью покраски)(see page 61)
  - 2.3.4.5 Улучшена опция преобразования в модель(see page 61)
- 2.3.5 Улучшения в модуле "Модель"(see page 64)
  - 2.3.5.1 Проектирование в 2D-режиме.(see page 64)
    - Поля для ввода координат точек.(see page 64)
  - 2.3.5.2 Проектирование в 3D-режиме.(see page 64)
    - Добавлен сплайн. (see page 64)
    - Добавлена спираль.(see page 64)
    - Добавлена развертка.(see page 65)
    - Реализована функция удаления поверхности.(see page 66)
    - Улучшения в работе функций Выдавливание и Развертка:(see page 66)
- 2.3.6 Другие обновления(see page 68)
  - 2.3.6.1 Добавлена функция автоматической генерации (ИИ)(see page 68)

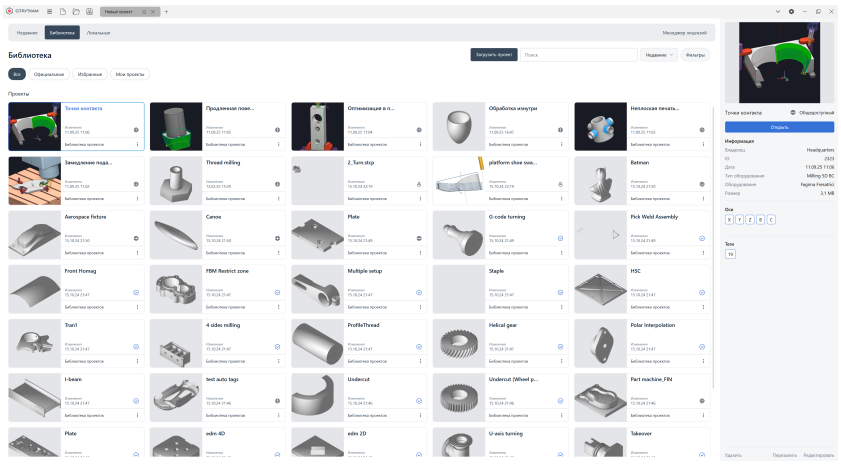
- 2.3.6.2 Обновлен MachineMaker.(see page 68)
  - Машины типа Trevisan теперь поддерживаются в MachineMaker(see page 68)
  - Улучшен функционал работы с токарно-фрезерными станками.(see page 69)
- 2.3.6.3 Доступна новая версия NC Tuner 2(see page 70)
- 2.3.6.4 Шаблоны в Генераторе постпроцессоров(see page 71)

2.3.1 Общие улучшения.

2.3.1.1 Интерфейс.

Добавлена Стартовая страница.

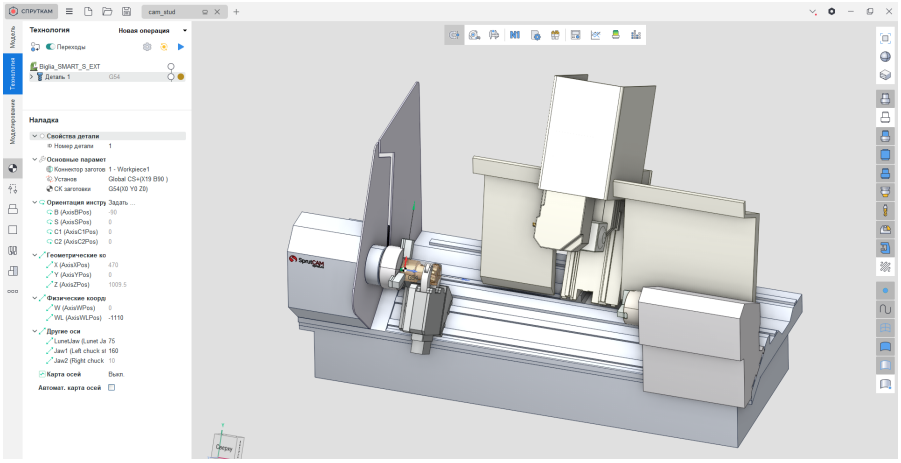
Стартовая страница включает ссылки на проекты, с которыми недавно выполнялась работа, библиотеку проектов, последние новости о системе. Узнать больше(see page 73)



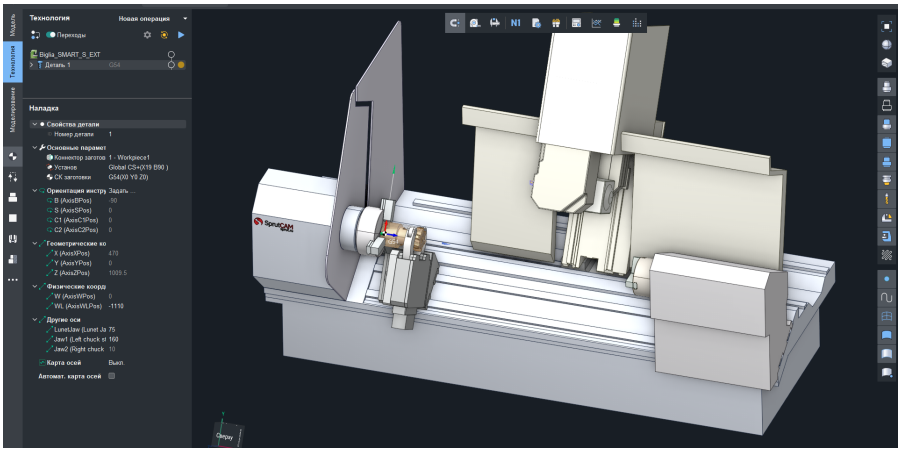
Добавлены Темы пользовательского интерфейса.

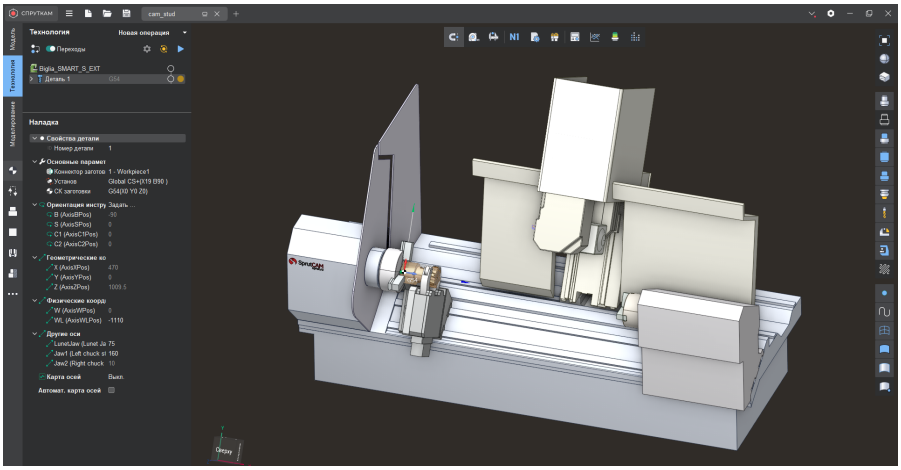
Доступны три темы:

Platinum - Gunmetal - Dark Charcoal.

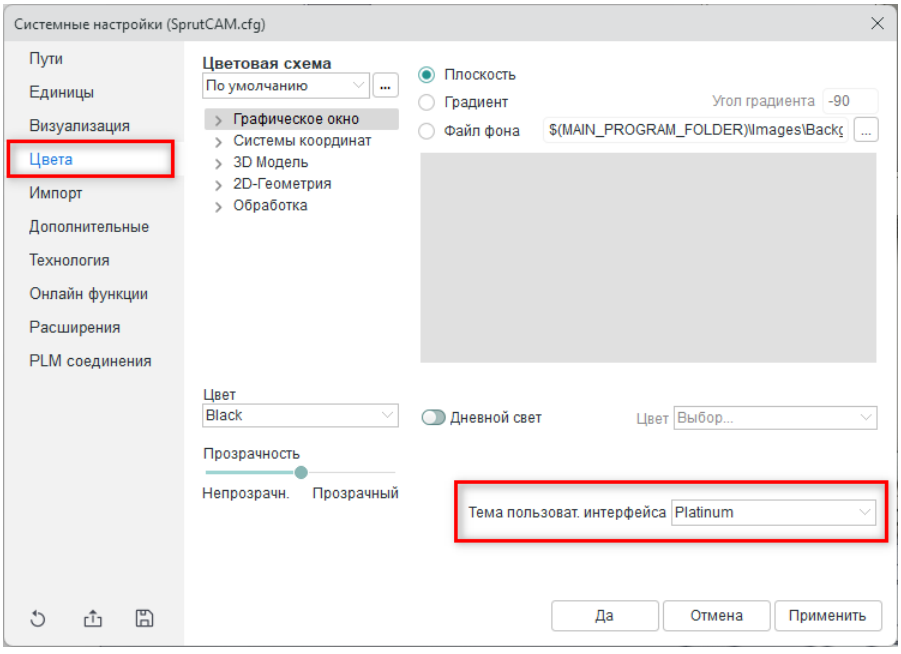


© 2025 ООО СПРУТ Технология





Для изменения темы перейдите в Настройки - Цвета - Тема пользовательского интерфейса.



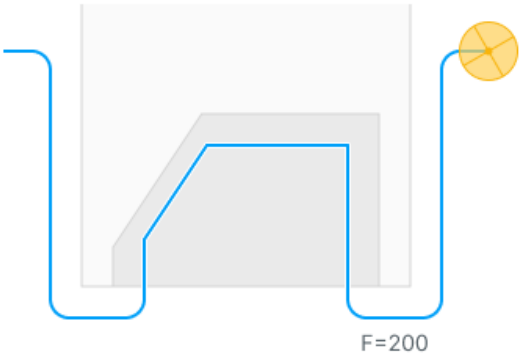
CAM система теперь запускается быстрее.

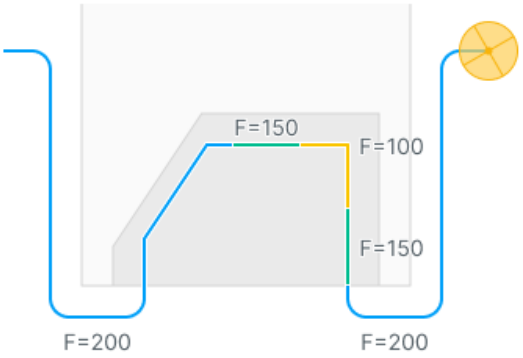
Разработчиками были предприняты улучшения с целью повышения производительности запуска. В результате главное окно системы открывается существенно быстрее.

2.3.2 Технологические обновления

2.3.2.1 Добавлена группа параметров “Контроль углов”.

Эта функция позволяет контролировать подачу в углах траектории инструмента. Теперь доступна для “Контурных”, “Аддитивных”, “Покрасочных” операций и других. Узнать больше(see page 688).

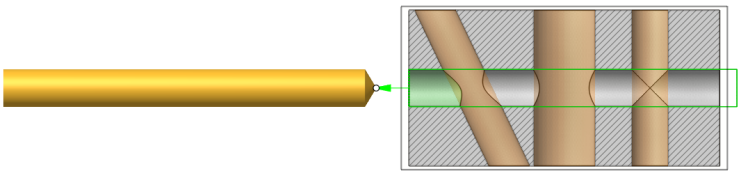




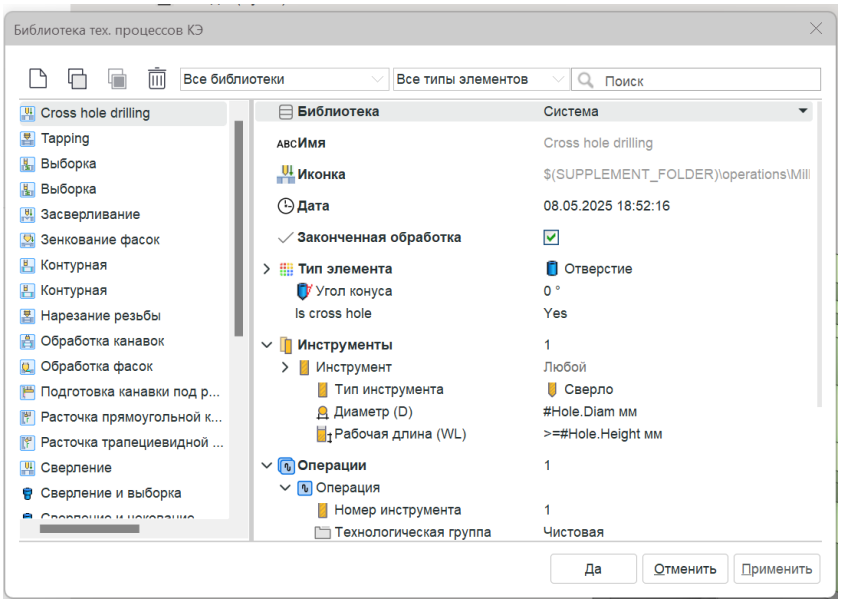
2.3.2.2 Добавлена опция “Оптимизация подачи в перекрестных отверстиях”.

Опция “Оптимизация подачи в перекрестных отверстиях” добавлена для операции сверления (работает только с **форматом УП**: **развернутый**). Узнать больше(see page 791).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



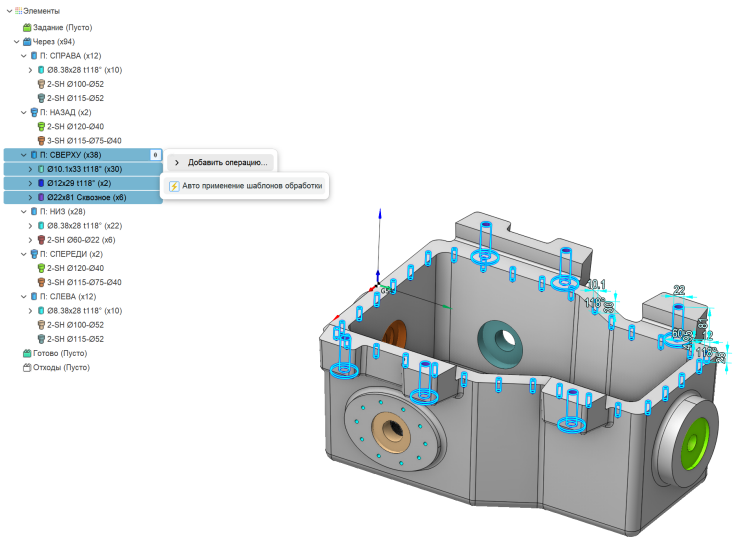
Эта технология также доступна в сверлении с распознаванием отверстий (FBM) (Узнать больше(see page 772)). Разработаны правила для операций сверления . Предусмотрена возможность добавления пользовательских правил для обработки.



2.3.2.3 Операция FBM фрезерование была значительно улучшена.

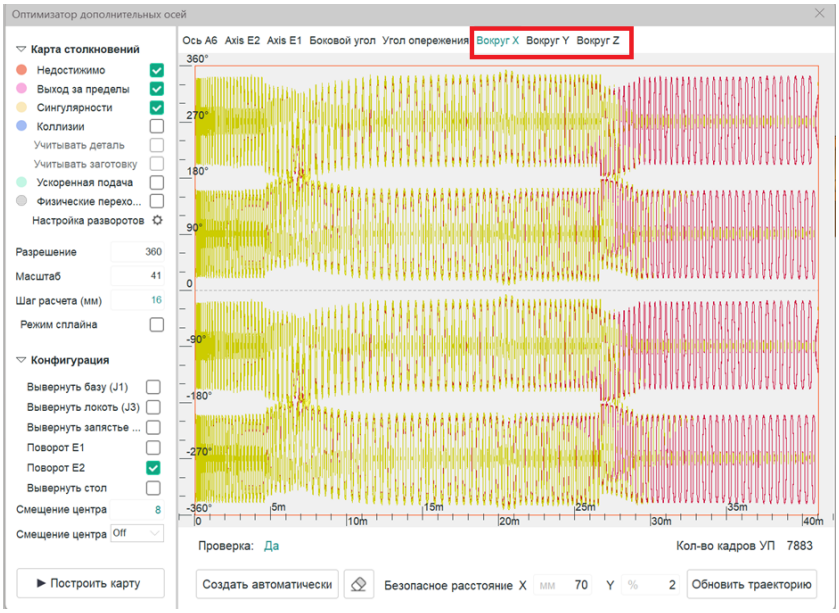
Добавлена возможность автоматического назначения правил обработки для группы отверстий на определенной плоскости (Авто применение шаблонов обработки). Узнать больше(see page 781)

Операции фрезерования карманов и сверления ступенчатых отверстий были улучшены.



2.3.2.4 В карте робота добавлена возможность вращение траектории вокруг локальных систем координат.

Добавлена возможность вращения траектории вокруг системы координат пользователя (в карте вокруг X,Y,Z). Узнать больше(see page 1423)



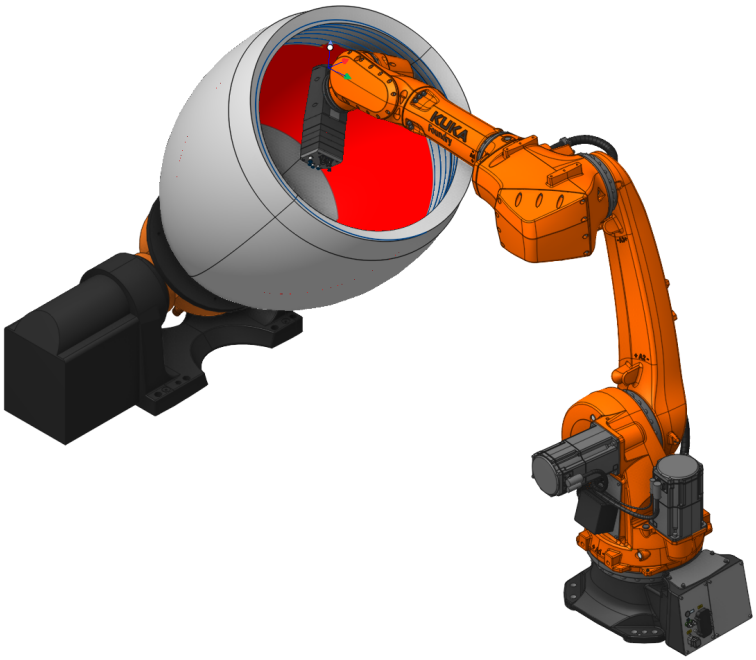
2.3.2.5 Добавлен новый параметр “Обработка изнутри”.

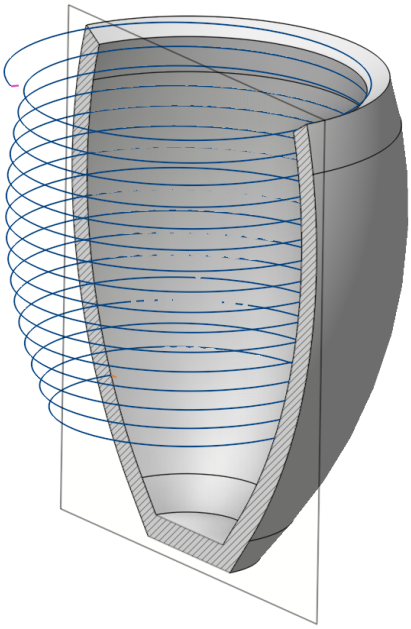
Этот параметр позволяет обрабатывать внутренние поверхности детали. Находится в разделе **Рабочая зона.** Узнать больше(see page 1032)

Доступно в следующих операциях:

- Ротационная обработка (Покраска ротационная)
- Морфинг между двумя кривыми (Покраска морф)
- 6D Контур (Покраска по контуру)
- 5D По поверхностям (Покраска по поверхности)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

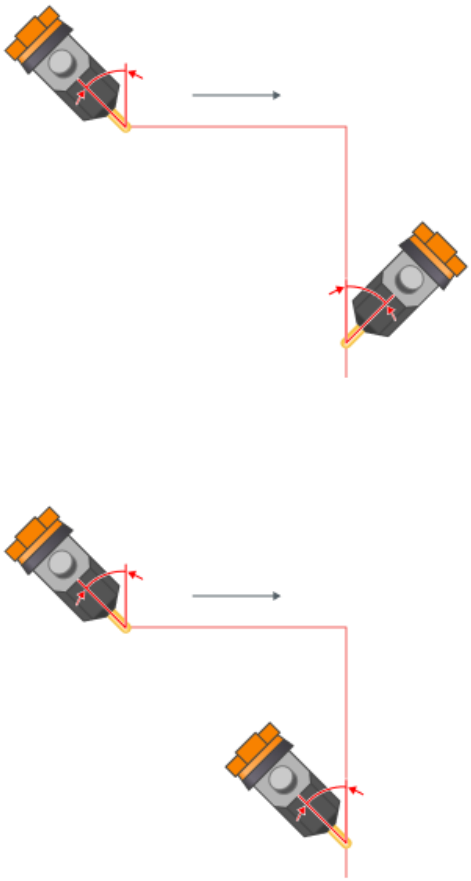




© 2025 ООО СПРУТ Технология

2.3.2.6 Добавлен новый параметр для управления 6-й осью - “Фиксированное направление угла опережения”.

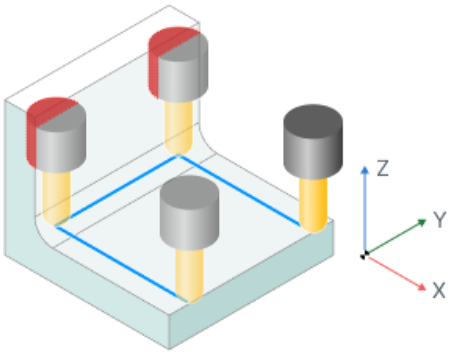
Он фиксирует движение инструмента под выбранным углом в карте (Угол наклона, Угол опережения) относительно выбранной глобальной системы координат.. Узнать больше(see page 476)

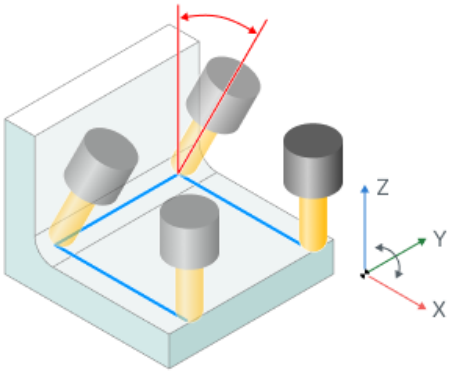


2.3.2.7 Добавлен новый параметр для проверки державки - “Фиксированное направление наклона”.

Работает аналогично параметру “Фиксированное направление угла опережения”. Отличается тем, что угол наклона и угол опережения регулируются зазорами, указанными в параметрах проверки державки. Узнать больше(see page 561)

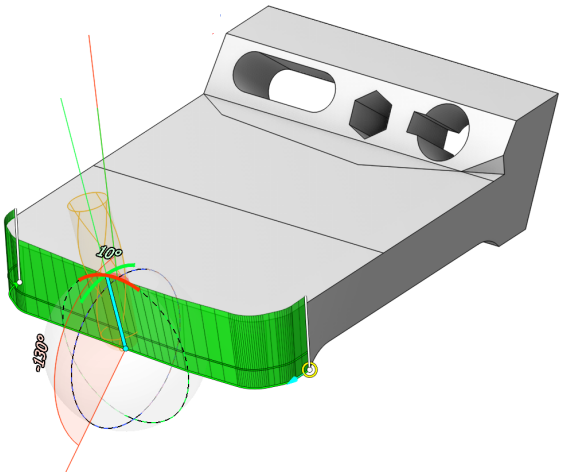
© 2025 ООО СПРУТ Технология





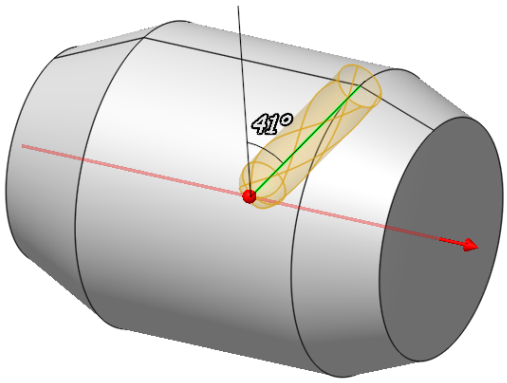
2.3.2.8 Улучшения во взаимодействии с 5D-кривыми.

Добавлено вращение вектора по двум осям и улучшена функциональность множественного выбора. Узнать больше(see page 1017)



2.3.2.9 Добавлены интерактивные элементы.

В операциях **5D по поверхностям**, **Морфинг между двумя кривыми**, **6D контур** и **3D смещение** добавлены интерактивные элементы для параметров **Поворотная ось**, **Боковой угол** и **Конечный боковой угол**.

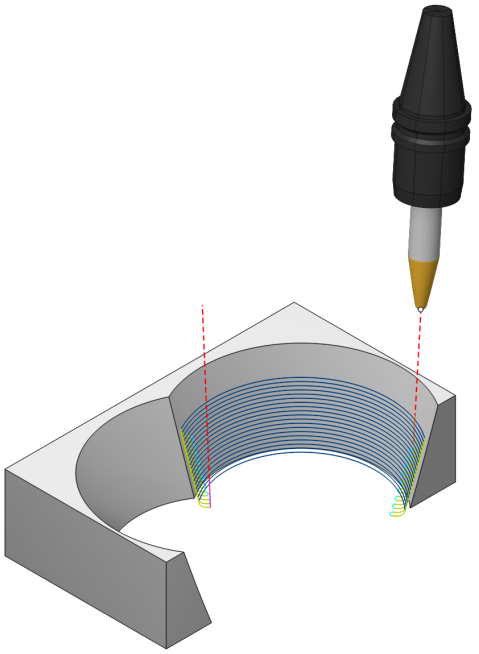


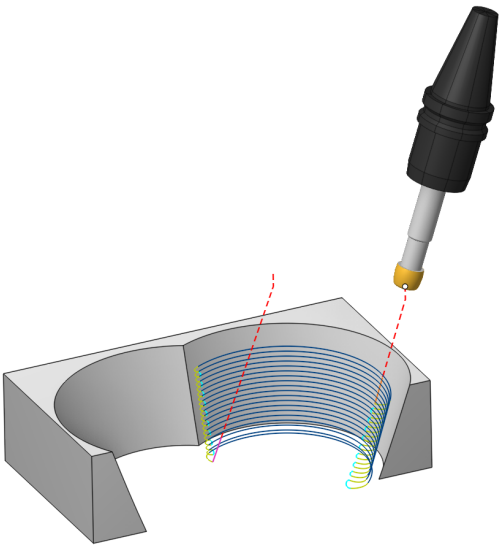
2.3.2.10 Улучшение в операции 5D Стенки.

Работа с Бочкообразными фрезами в операциях 5D Стенки была оптимизирована.

Операция **5D Стенки** теперь поддерживает бочкообразные фрезы, что расширяет ее функциональные возможности. Узнать больше(see page 1107)

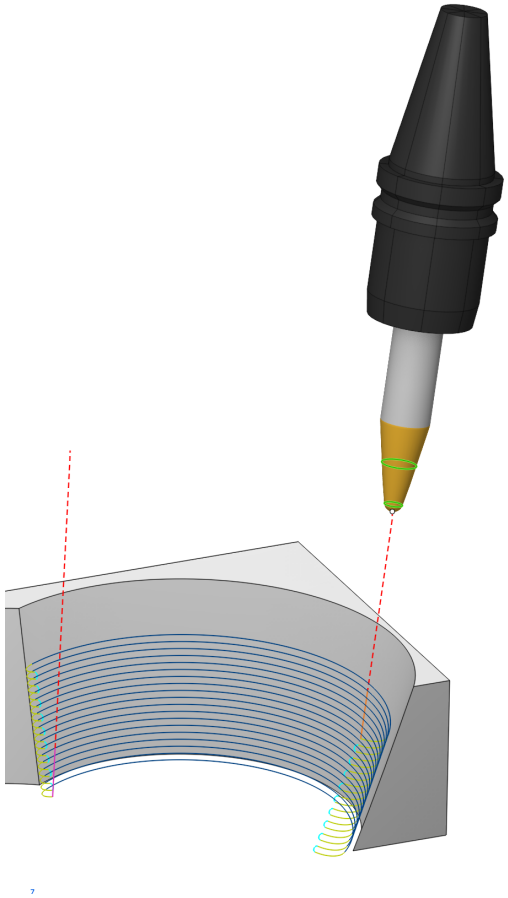
© 2025 ООО СПРУТ Технология





Точки контакта.

Функция точек контакта позволяет установить две точки контакта между инструментом и поверхностью. Каждый вертикальный проход постепенно изменяет наклон инструмента от начального параметра до конечного параметра. Узнать больше(see page 1107)

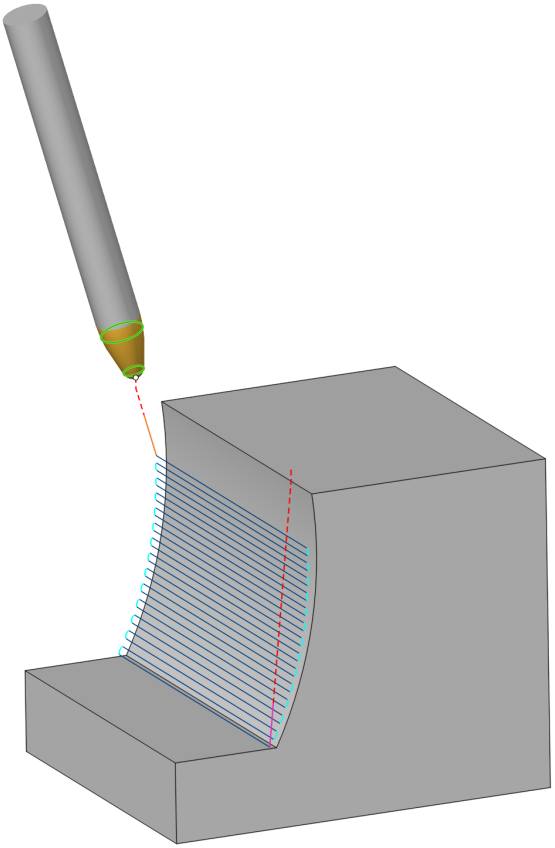


2.3.2.11 Улучшения для операции 5D по поверхностям

Точки контакта.

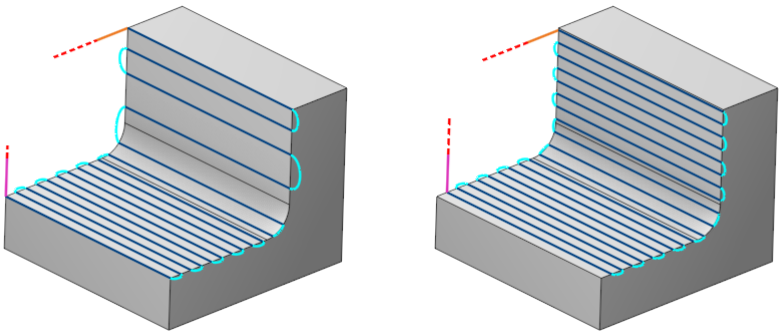
В этой операции появилась возможность равномерно изменять точку контакта инструмента от начальной линии до конечной. Подходит для инструментов типа **Бочкообразная фреза**. Доступно для операций **5D по поверхностям** (находится в группе **Ориентация инструмента**). Узнать больше(see page 1032)

© 2025 ООО СПРУТ Технология



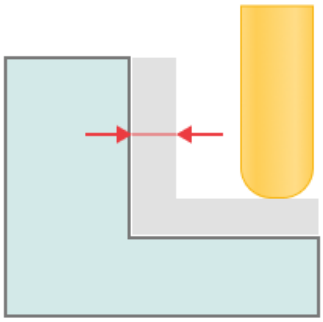
Адаптивный шаг

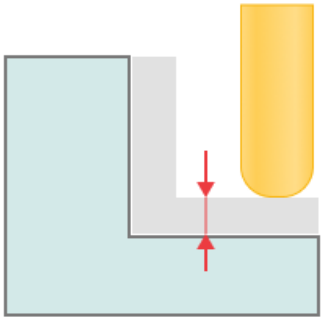
В операции **5D по поверхностям** улучшен **Адаптивный шаг** для стратегии **Параллельно кривой**. Теперь, при включенном адаптивном шаге, проходы генерируются с равномерным шагом.



Радиальный/Осевой припуск

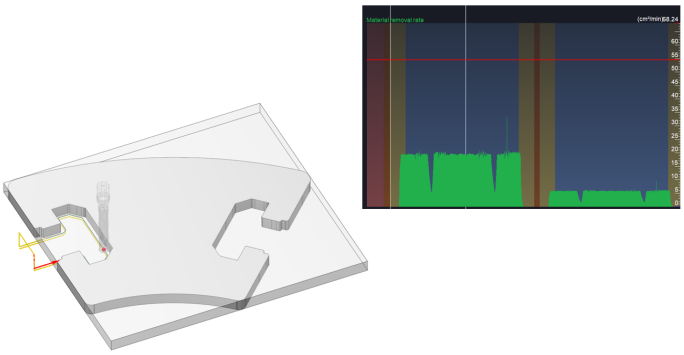
В операции 5D по поверхностям припуск разделен на осевой и радиальный.





2.3.2.12 Добавлена новая опция в графике осей - График объема удаленного материала.

Анализируя график объема удаленного материала для различных настроек параметров обработки (например, разные скорости резания, подачи и глубины реза), можно определить оптимальные параметры, обеспечивающие максимальную скорость съема материала при сохранении требуемого качества детали.



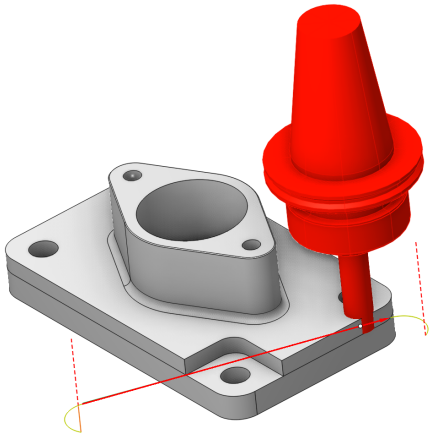
© 2025 ООО СПРУТ Технология

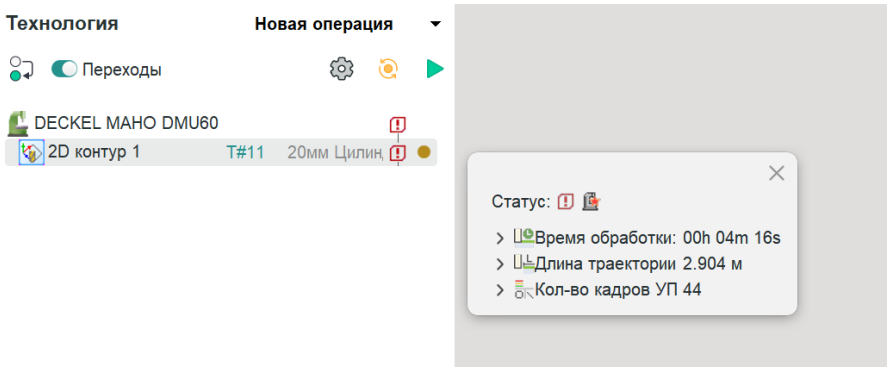
2.3.2.13 Добавлена опция обнаружение столкновений станка при фоновом расчете результатов обработки

Алгоритм фонового расчета результатов обработки переработан. Узнать больше(see page 458)

Результаты фонового расчета обработки позволяют просматривать их сразу после завершения:

- Столкновение инструмента с моделью
- Столкновение держателя с моделью
- Столкновение станка с моделью

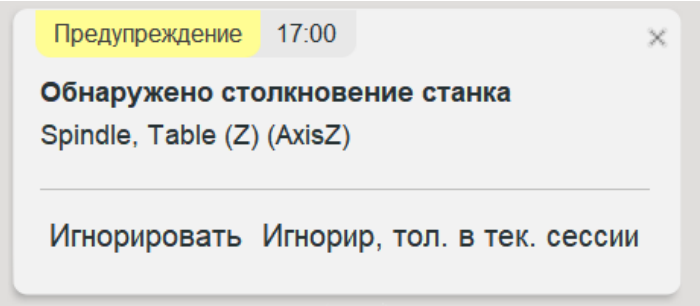




2.3.2.14 В CAM-системе реализована поддержка прямого редактирования списка игнорируемых столкновений.

Реализовано прямое редактирование раздела **CDIgnoreList** в схеме станка непосредственно из CAM-системы. Ранее для редактирования требовалось ручное внесение данных в блокноте или использование **MachineMaker**.

При возникновении столкновения во время симуляции появляется уведомление о столкновении узлов. В это уведомление добавлены кнопки “Игнорировать” и “Игнорировать только в текущей сессии ”. Узнать больше(see page 460)



2.3.2.15 Добавлен новый алгоритм обхода столкновений.

Алгоритм обхода столкновений был улучшен за счет устранения требования безопасного расстояния при расчете минимального расстояния, что значительно повысило вычислительную эффективность.

2.3.2.16 Добавлена автоматическая карта осей робота.

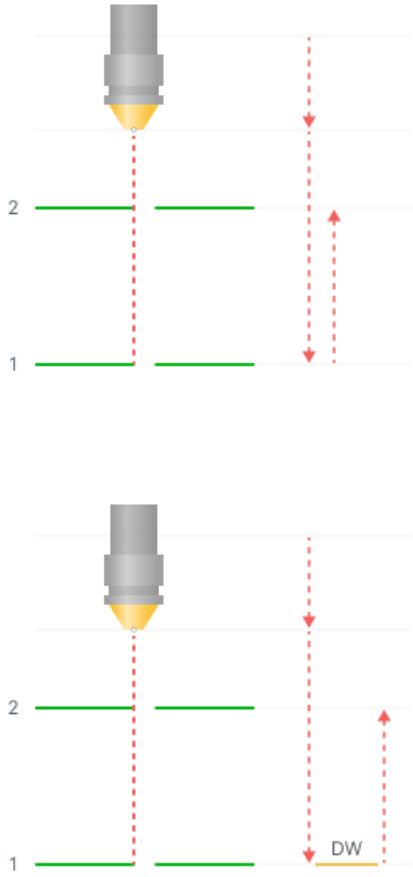
Мы внедрили интеллектуальный инструмент для автоматического определения соответствия осей робота, который упрощает планирование траекторий для сложных многоосевых систем (включая поворотные столы и линейные оси со степенями свободы > 6). В отличие от традиционных карт осей робота, наше новое решение авто матически генерирует траектории, исключающие столкновения и особые точки, при этом все движения остаются в пределах безопасных диапазонов осей, обеспечивая оптимальное качество траектории с минимальными усилиями пользователя.

2.3.3 Обновления в аддитивной обработке

2.3.3.1 Параметр минимального времени слоя

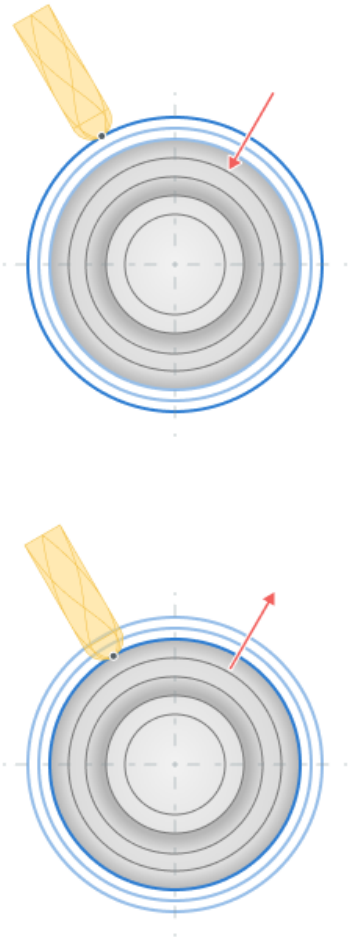
Во все операции аддитивной обработки добавлен новый технологический параметр. Он позволяет задать минимальное допустимое время (в секундах) для печати одного слоя. Также доступны дополнительные параметры. Узнать больше(see page 571).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



2.3.3.2 Последовательность проходов для черновых проходов в операции Ротационная обработка

Для аддитивной обработки добавлена опция выбора порядка обработки контуров: начиная с внешнего контура или с внутреннего. Узнать больше(see page 979)

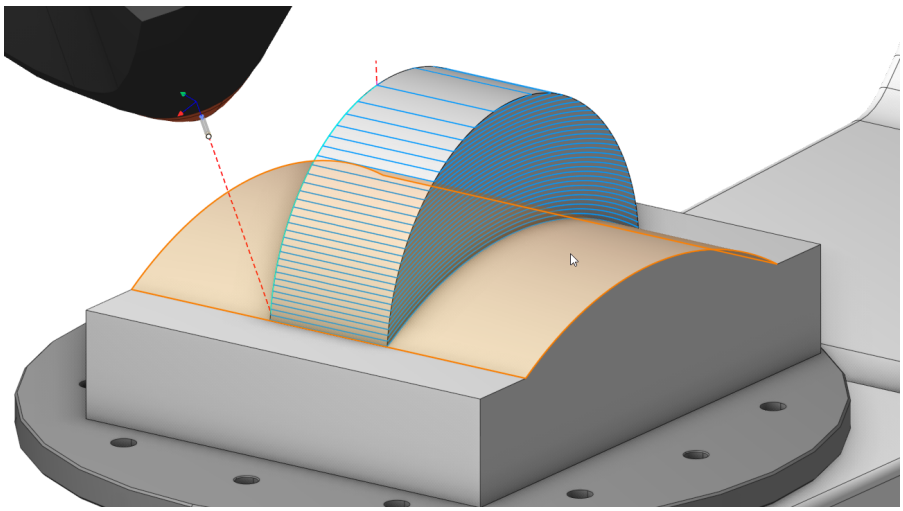


2.3.3.3 Улучшения в операции Неплоская печать

Поддержка поверхностей

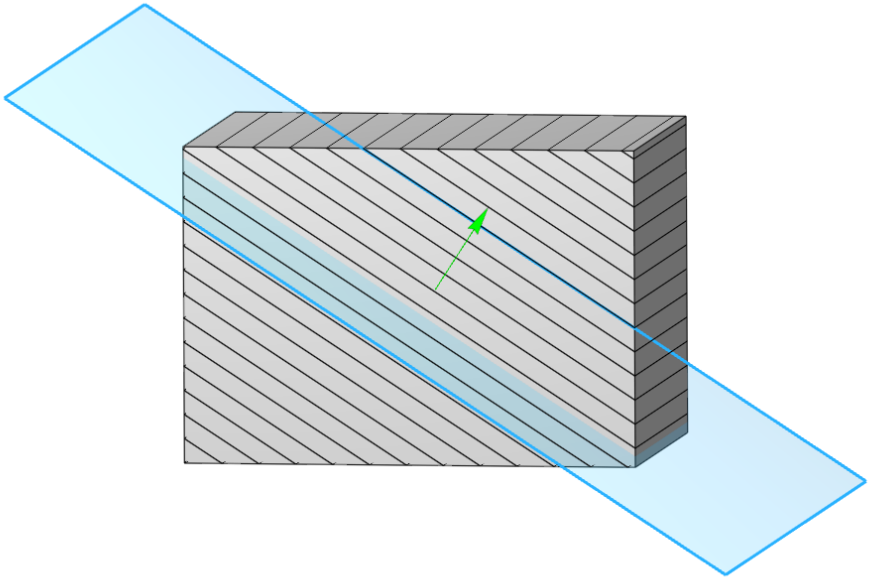
Для операции **Неплоская печать** добавлена поддержка работы с поверхностями модели. Теперь можно загружать модели в форматах IGES, STEP и других, чтобы создать неплоскую аддитивную траекторию инструмента. Узнать больше(see page 1513)

© 2025 ООО СПРУТ Технология



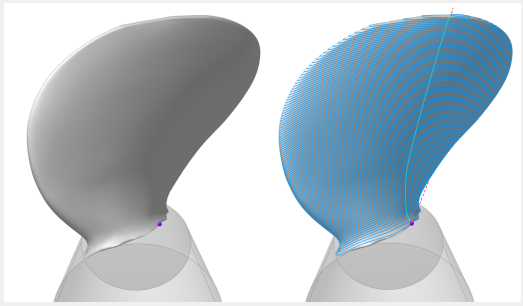
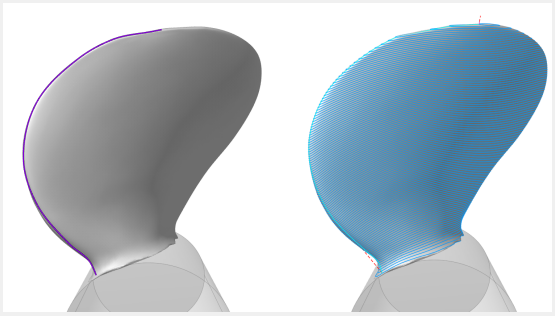
Стратегия плоской печати

Добавлена новая плоская стратегия в операцию **Неплоская печать**, которая позволяет использовать возможности неплоского слайсера при работе с плоскими слоями.



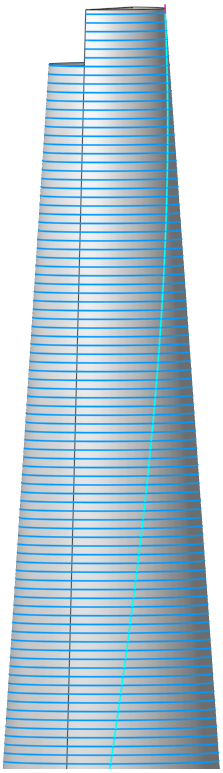
Определение начальной точки

Реализована возможность настройки пользовательских правил для определения начальной точки на каждом слое печати. Можно выбрать начальную точку только для первого слоя, либо указать кривую, которая будет определять начальные точки для всех последующих слоев. Узнать больше(see page 1513)

	
Начальная точка	Кривая соединения

Смещение начальной точки печати

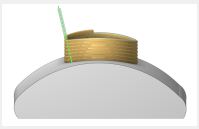
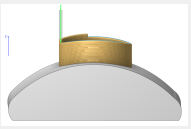
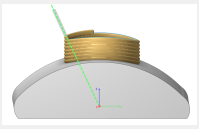
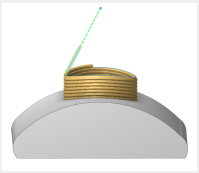
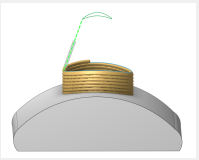
Смещение начальной точки относительно предыдущего слоя позволяет получить более равномерное распределение зон, в которых начинается/заканчивается подача материала и где качество формируемой поверхности обычно ниже. Узнать больше(see page 606)



Параметр ориентации инструмента

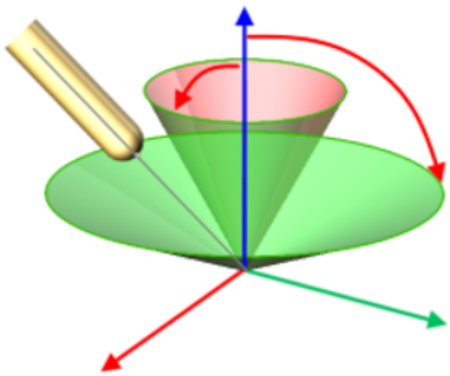
Параметр "Ориентация инструмента", который вы можете знать по таким операциям, как "Наплавка 5D" или "5D по поверхностям", теперь также добавлен в операцию "Неплоская печать". Пользователям доступны пять вариантов: "Нормаль к поверхности", "Фиксированный", "К поворотной оси", "Через точку" и "Через кривую". Узнать больше(see page 1513)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

				
Нормаль к поверхности	**Фиксированный**	**К поворотной оси**	**Через точку**	**Через кривую**

Пределы углов поворота

Параметр "Пределы углов поворота", хорошо известный по операциям "Наплавка 5D" или "5D по поверхностям", также был добавлен в операцию "Неплоская печать". Узнать больше(see page 1032)

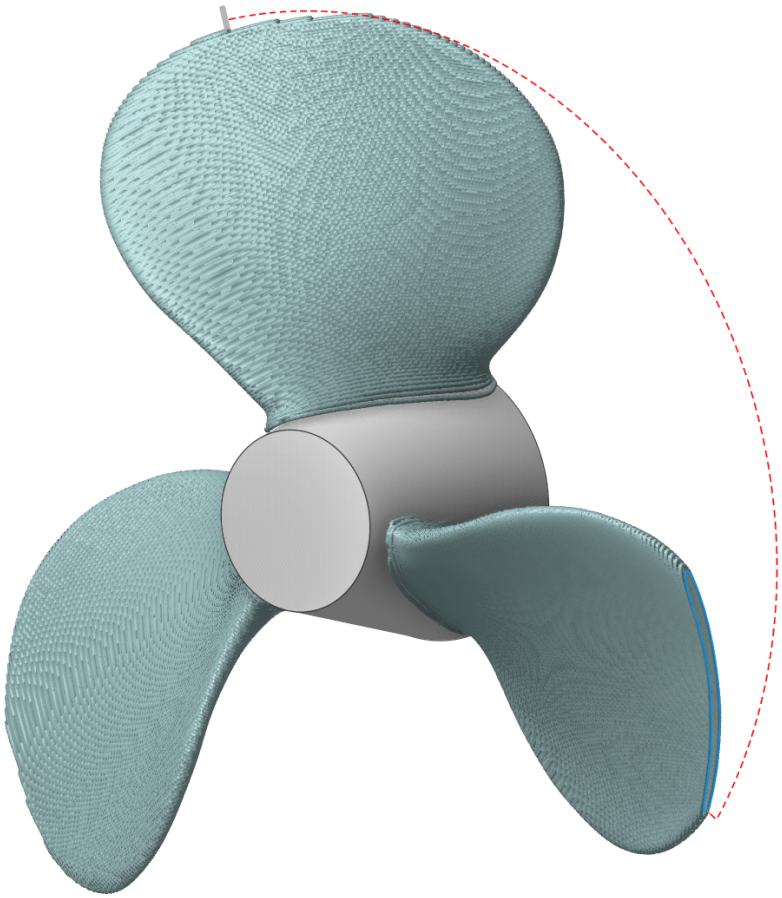


Поддержка одновременной печати нескольких моделей, новые параметры сортировки и размножение

Операция "Неплоская печать" теперь поддерживает возможность печати **нескольких моделей** одновременно на одной подложке. Вы можете добавить эти модели вручную на странице Рабочего задания или вы можете размножить их, используя **параметры размножения.**

Для лучшего контроля процесса печати моделей, мы добавили **новые параметры сортировки**. Можно выбирать между печатью по слоям, по моделям, или же печатать каждую модель по **N слоев**, задав соответствующий параметр. Узнать больше(see page 1513).

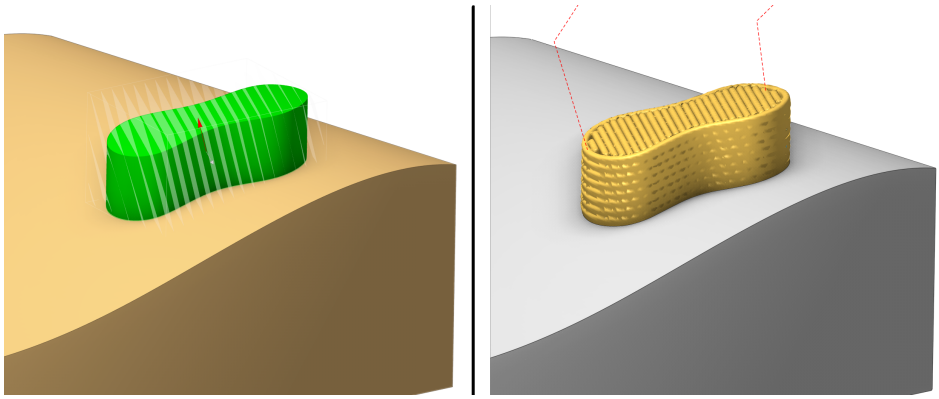
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Обновлены заполнения

Теперь можно задать пользовательский вектор нормали и угол поворота для ориентации заполнения.

Мы также добавили новые типы шаблонов заполнения. Узнать больше(see page 1513)



2.3.3.4 Добавлены визуальные манипуляторы

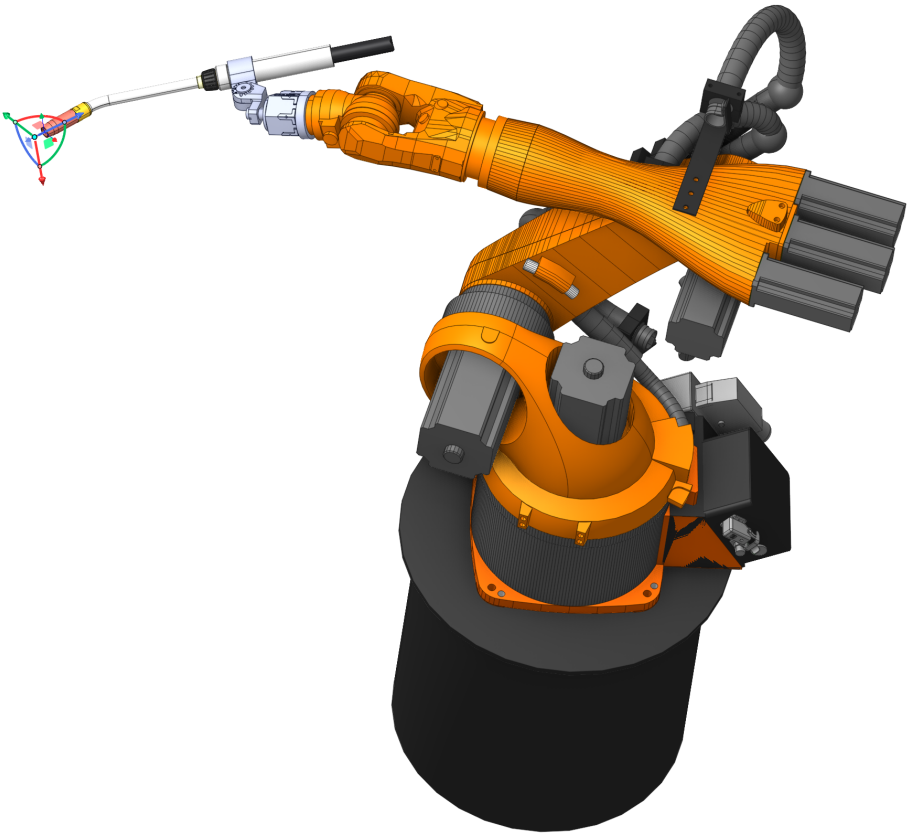
Добавлены визуальные манипуляторы как визуальный инструмент для манипуляций (перемещения, поворота) объектами в 3D-пространстве. Они обеспечивают интерактивный способ точного управления положением и ориентацией объектов.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

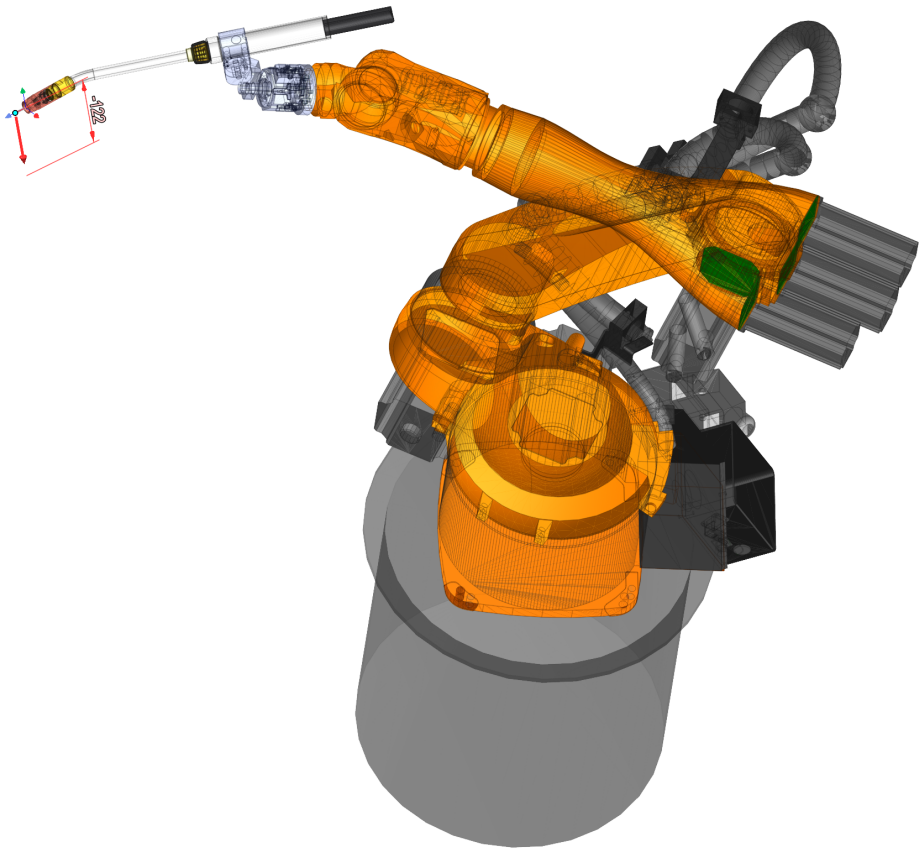
Визуальные манипуляторы добавлены для использования в следующих случаях:

- перемещения рабочей точки робота (TCP),
- ориентация оснастки,
- ориентация оси инструмента,
- определение точки при управлении осью инструмента через точку,
- задание управления 6-й осью через пользовательскую точку.

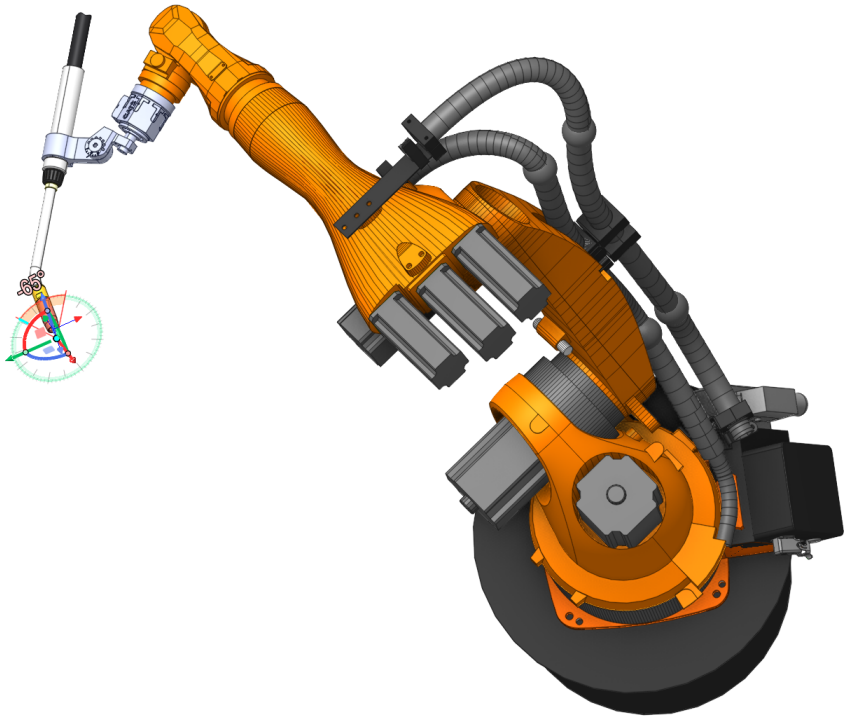
© 2025 ООО СПРУТ Технология



© 2025 ООО СПРУТ Технология



© 2025 ООО СПРУТ Технология

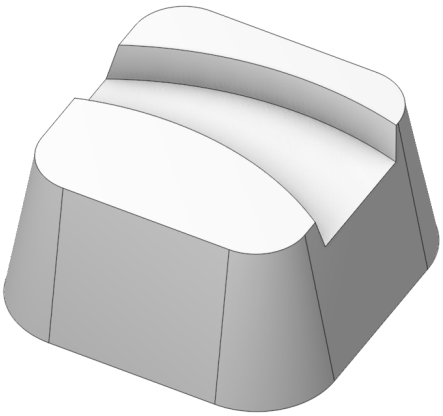


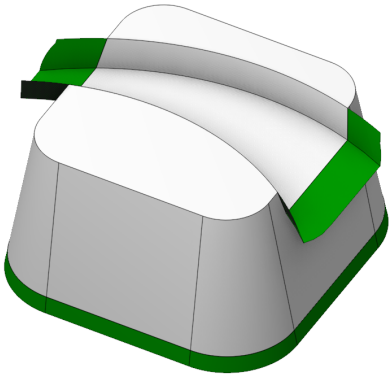
2.3.4 Обновление по работе с моделью

2.3.4.1 Добавлена опция продление поверхности.

Мы добавили опцию **Продление поверхности** в режиме **Модель**. Её можно использовать для всех операций. Узнать больше(see page 263).

© 2025 ООО СПРУТ Технология





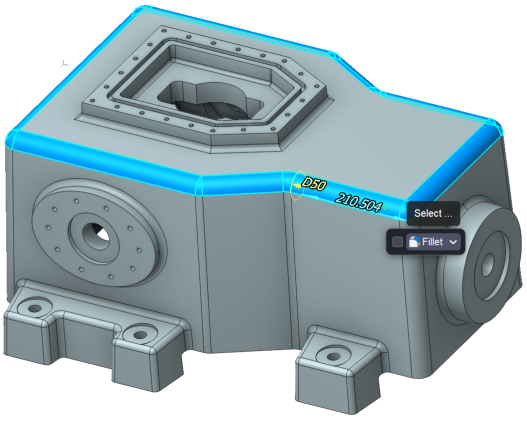
2.3.4.2 Точки рисования

Добавлена возможность отрисовки точек на геометрической модели. Эти точки можно использовать в некоторых случаях при дальнейшей настройке операций (например, при назначении рабочего задания, настройке параметров стратегии и т. д.).



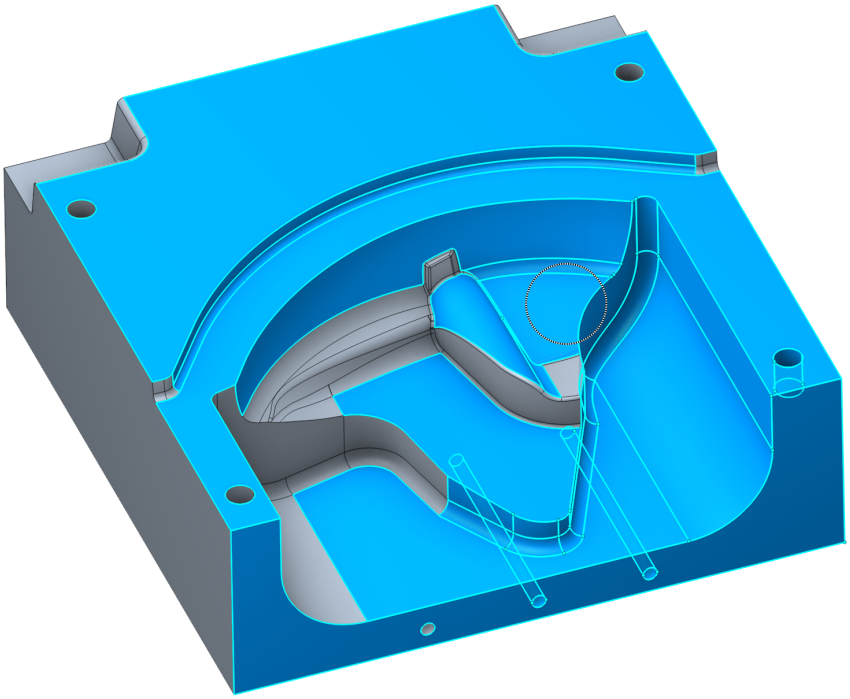
2.3.4.3 Добавлены новые способы выбора элементов детали (Распространение)

Добавлены новые правила для более быстрого выбора поверхностей. Щёлкните правой кнопкой мыши по поверхности, чтобы активировать режим. Помимо выбранных элементов, доступен набор контекстных фильтров для более гибкого использования функционала. Узнать больше(see page 184)



2.3.4.4 Добавлены новые способы выбора элементов детали (выбор поверхности с помощью покраски)

Новый метод позволяет быстро выделять поверхности кистью. Узнать больше(see page 184)

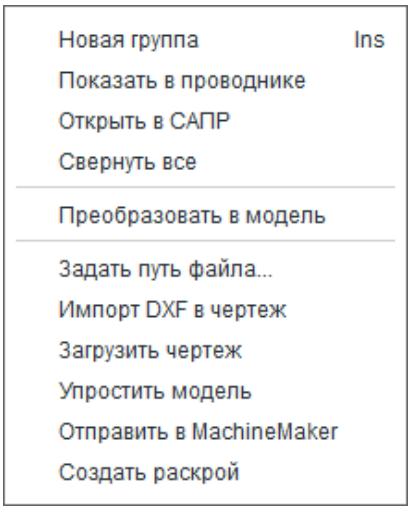


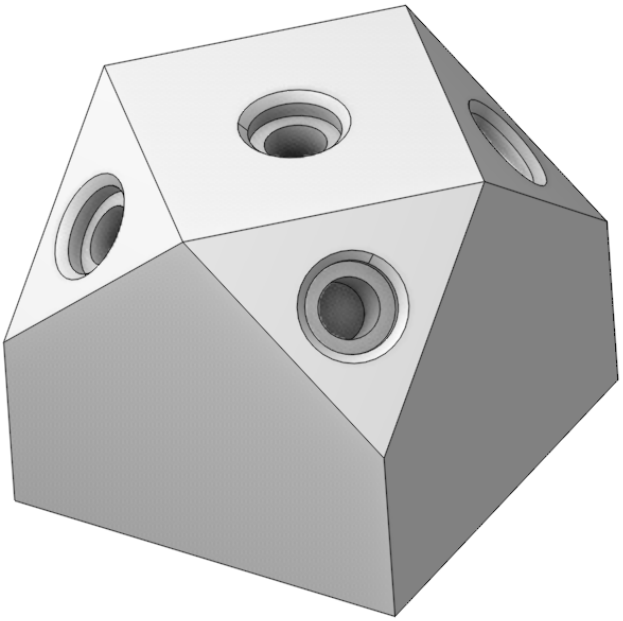
2.3.4.5 Улучшена опция преобразования в модель

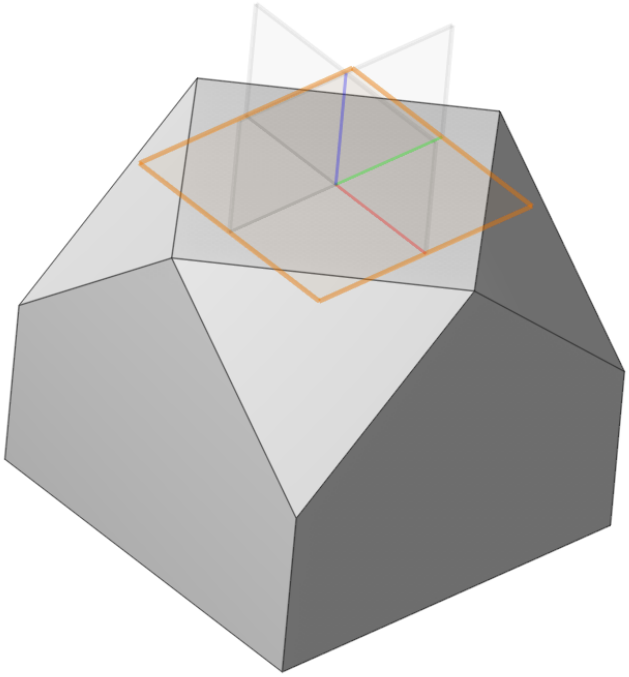
Опция позволяет преобразовать модель и открыть её в режиме моделирования. В нём можно упростить модель, используя инструменты режима моделирования для удаления поверхностей . Узнать больше(see page 359)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Это позволит вам быстро создать заготовку или упростить модель (удалить отверстие, карман и т.п.) для упрощения обработки.







© 2025 ООО СПРУТ Технология

2.3.5 Улучшения в модуле "Модель"

2.3.5.1 Проектирование в 2D-режиме.

Поля для ввода координат точек.

Добавлены поля для ввода координат точек для следующих элементов:

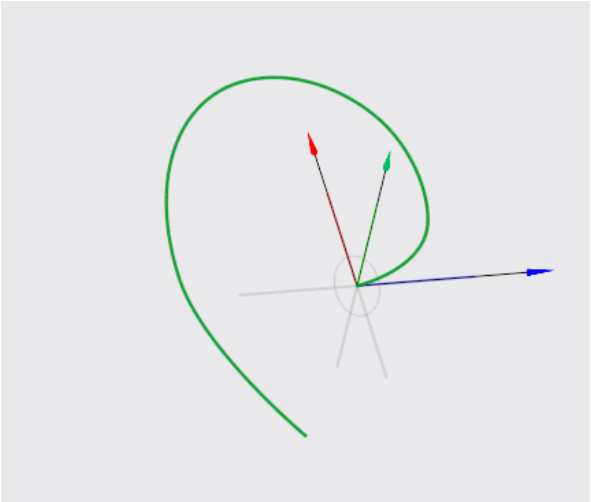
- Контур
- Дуга по двум точкам
- Прямоугольник по двум точкам
- Прямоугольник из центра
- Окружность

При создании контура добавлена возможность вставки координат набора точек из буфера обмена.. Узнать больше(see page 339)

2.3.5.2 Проектирование в 3D-режиме.

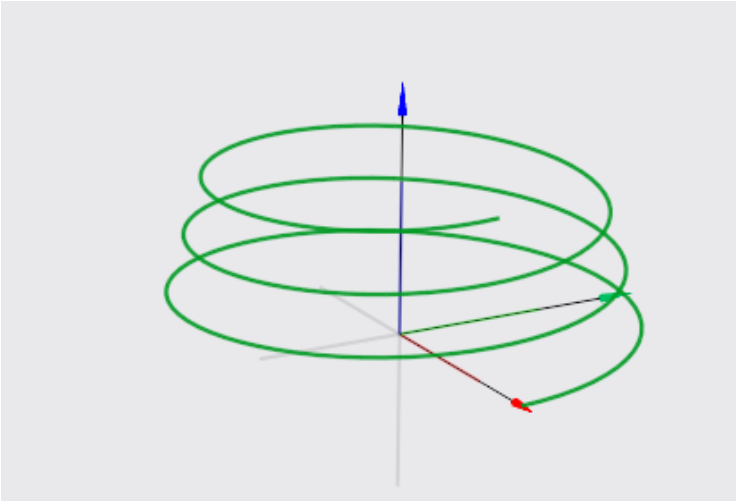
Добавлен сплайн.

Пространственная кривая, которая может быть сплайном, полилинией и винтовой линией. Узнать больше(see page 359)



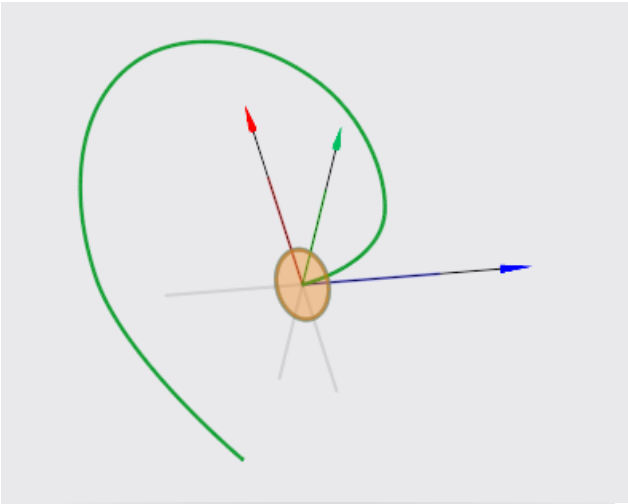
Добавлена спираль.

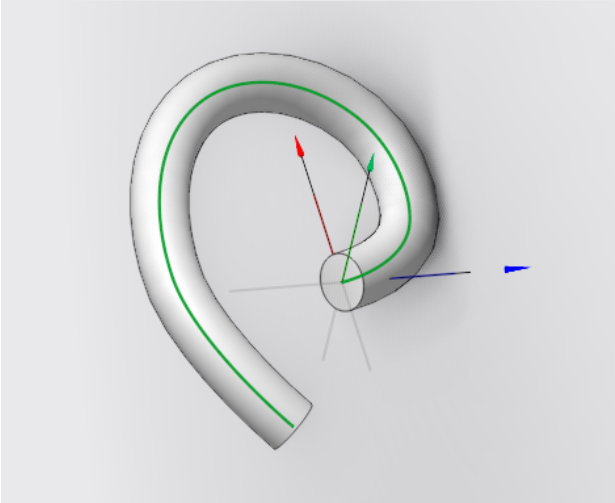
Представляет собой спиральную линию в пространстве Узнать больше(see page 359)



Добавлена развертка.

Растяжение профиля вдоль траектории. Профиль может быть замкнутым или разомкнутым контурным эскизом. В качестве контура могут выступать контуры эскиза, пространственные кривые и ребра тел. Узнать больше(see page 359)

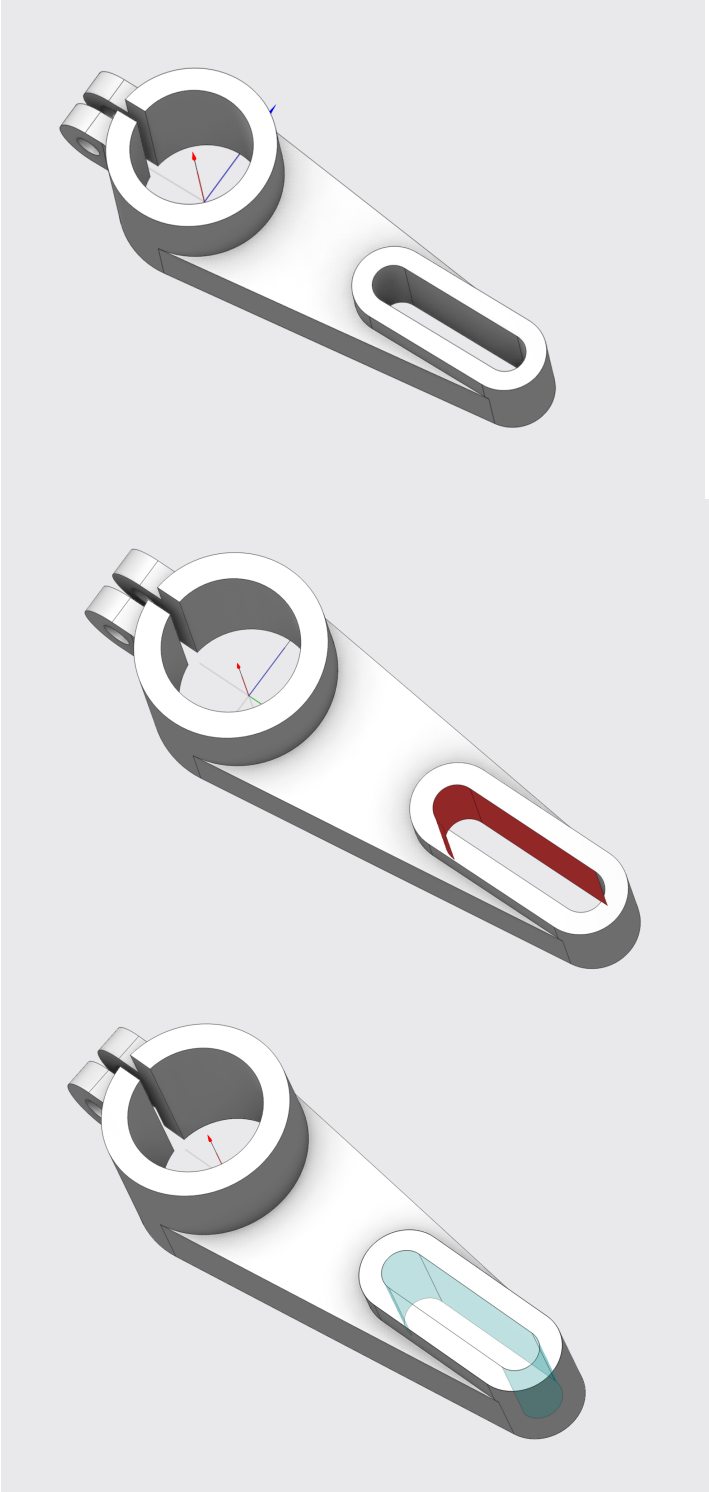




© 2025 ООО СПРУТ Технология

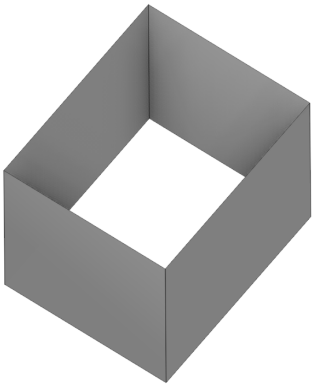
Реализована функция удаления поверхности.

Позволяет удалять элементы детали (отверстия, канавки, фаски и т. д.) Узнать больше(see page 359)

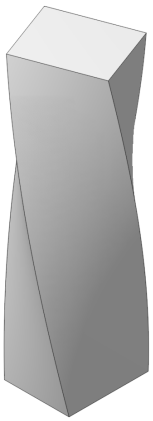


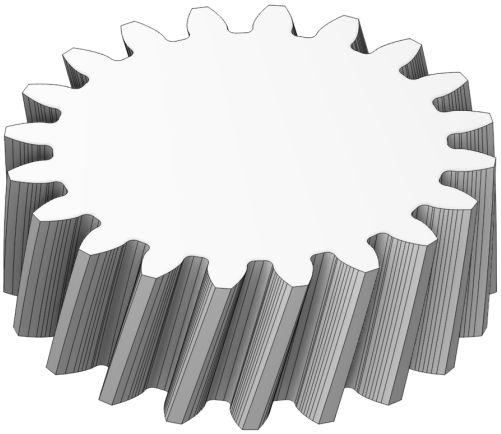
Улучшения в работе функций Выдавливание и Развертка:

Реализована возможность создания тонкостенных элементов. Узнать больше(see page 359)



Введена возможность скручивания по нормали к эскизу. Узнать больше(see page 359)





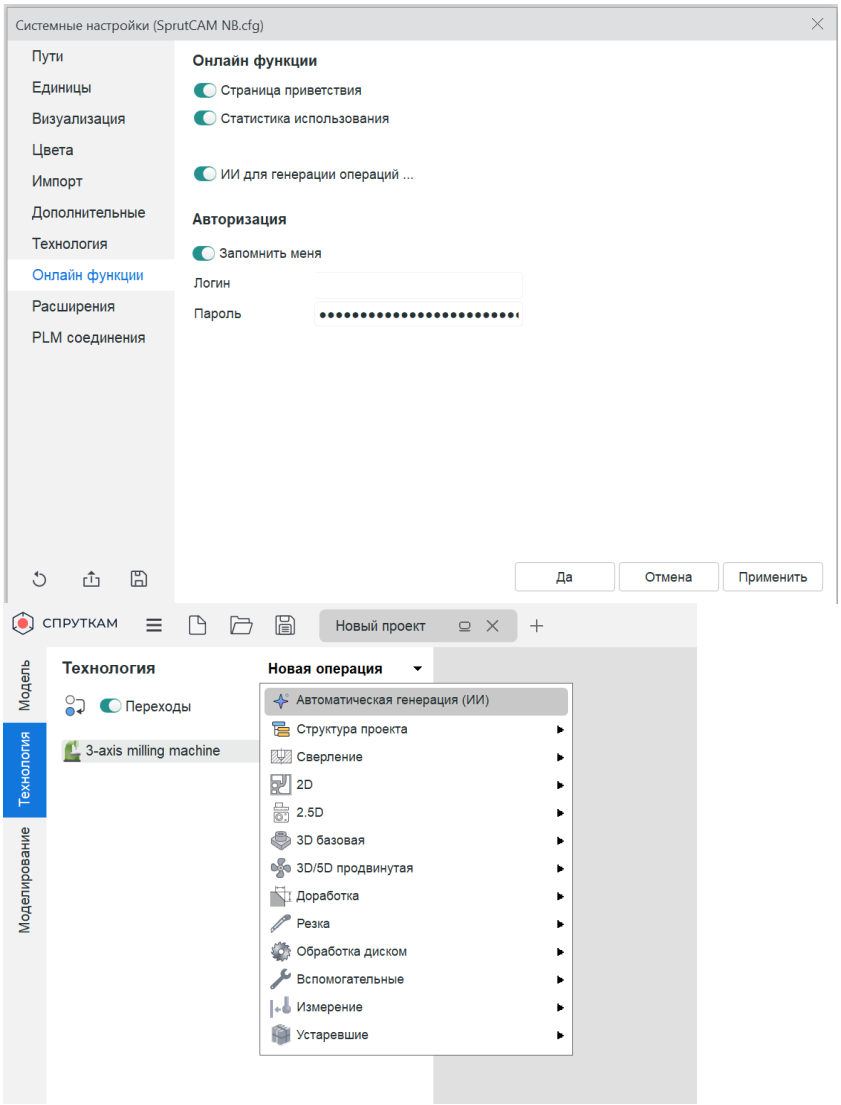
© 2025 ООО СПРУТ Технология

2.3.6 Другие обновления

2.3.6.1 Добавлена функция автоматической генерации (ИИ)

В текущий проект интегрирована функциональность анализа моделей деталей. Это улучшение позволяет автоматически включать операции из нашей базы знаний на основе искусственного интеллекта, что упрощает создание стандартных производственных процессов.

Опция активируется в настройках и доступна при создании операции.

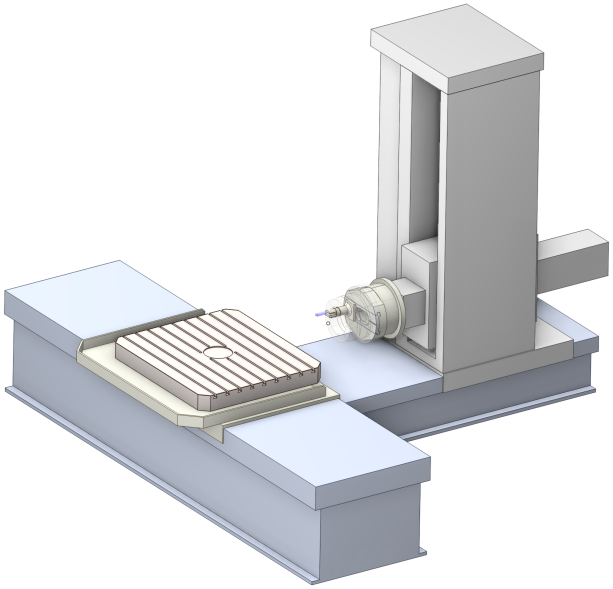


2.3.6.2 Обновлен MachineMaker.

Машины типа Trevisan теперь поддерживаются в MachineMaker

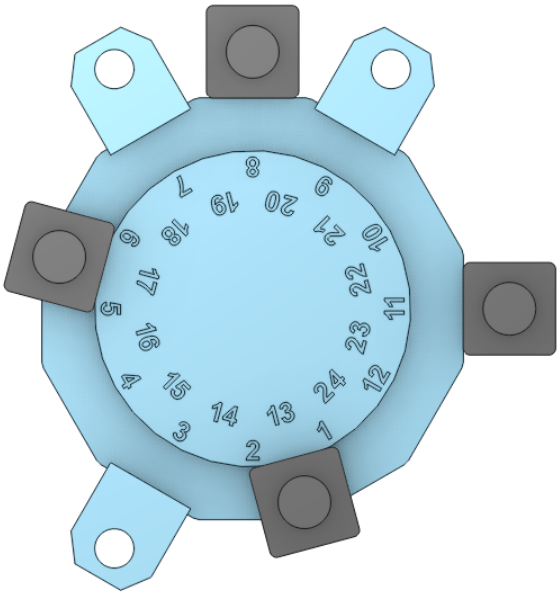
Процесс сборки таких станков в MachineMaker включает в себя сборку основания станка и присоединение многофункциональной головы. В настоящее время эта голова имеет базовую кинематику, но пользователи могут свободно изменять кинематику, присоединять любое количество инструментальных блоков и

настраивать их по мере необходимости. Сборка аналогична сборке токарно-фрезерных станков, но проще. В настоящее время отсутствуют шаблоны и ограничения, что позволяет создавать полностью настраиваемые многофункциональные головы.



Улучшен функционал работы с токарно-фрезерными станками.

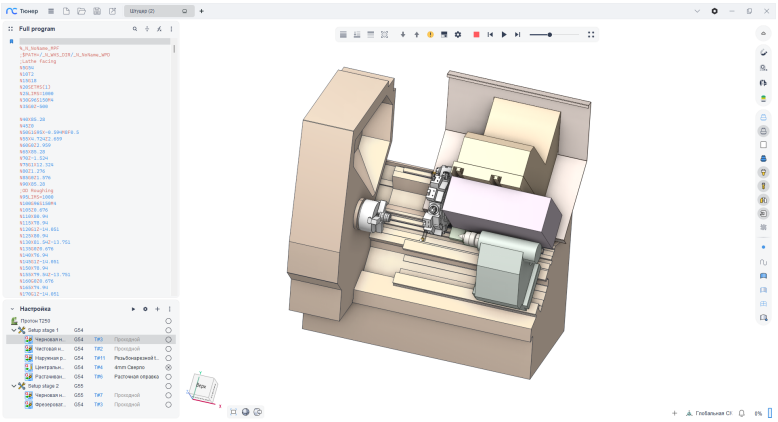
Машины с двойным револьвером рядом доступны для создания в MachineMaker.



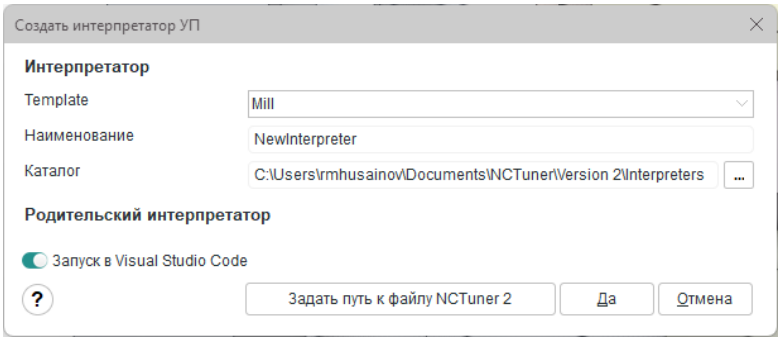
© 2025 ООО СПРУТ Технология

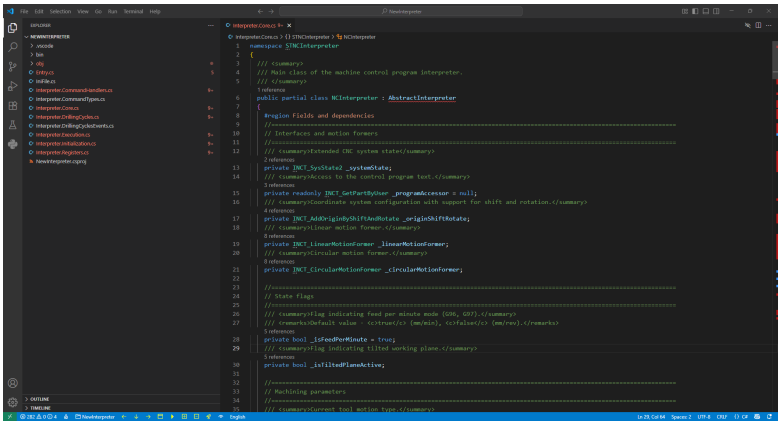
2.3.6.3 Доступна новая версия NC Tuner 2

Новый пользовательский интерфейс. С новой, улучшенной, интуитивно понятной навигацией, пользователи могут найти информацию существенно быстрее.

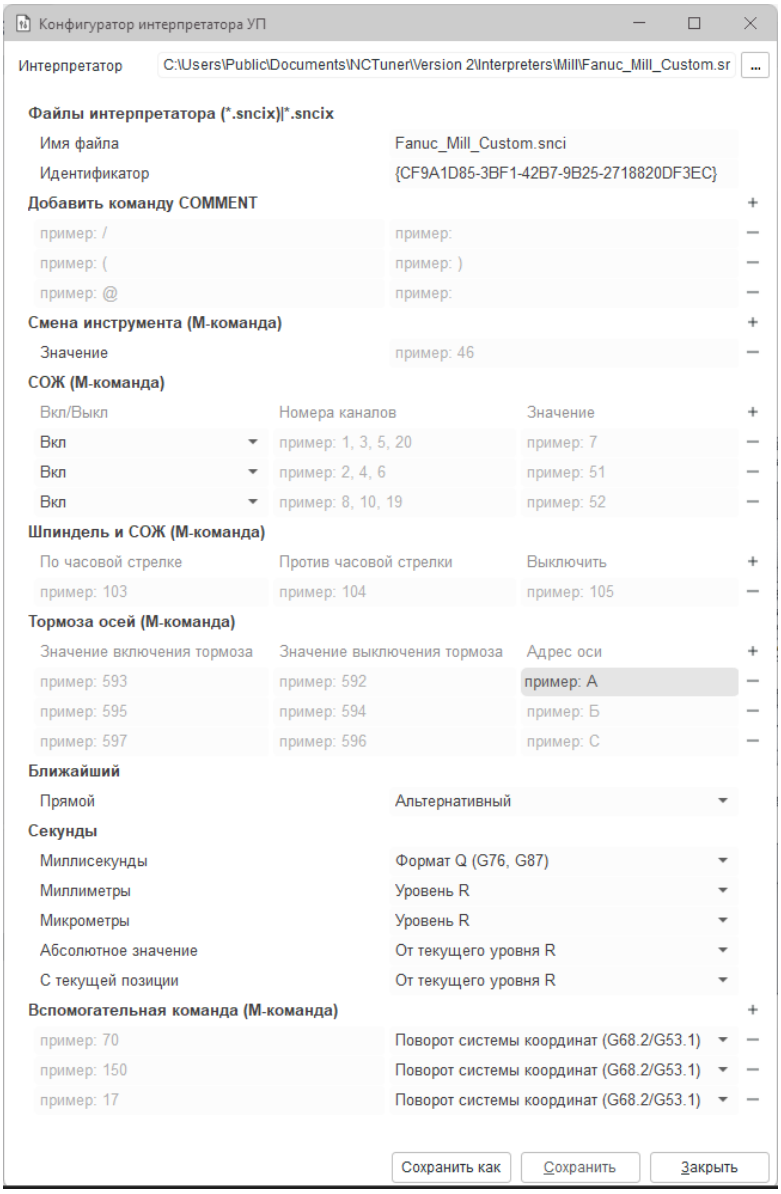


Добавлены шаблоны типовых интерпретаторов для среды C# (C Sharp).





Конфигуратор интерпретатора. Обеспечивает легкое создание интерпретаторов без применения программирования. Создаются универсальные интерпретаторы с возможностью ручной настройки через пользовательский интерфейс (с применением текстовых полей или списков).



2.3.6.4 Шаблоны в Генераторе постпроцессоров

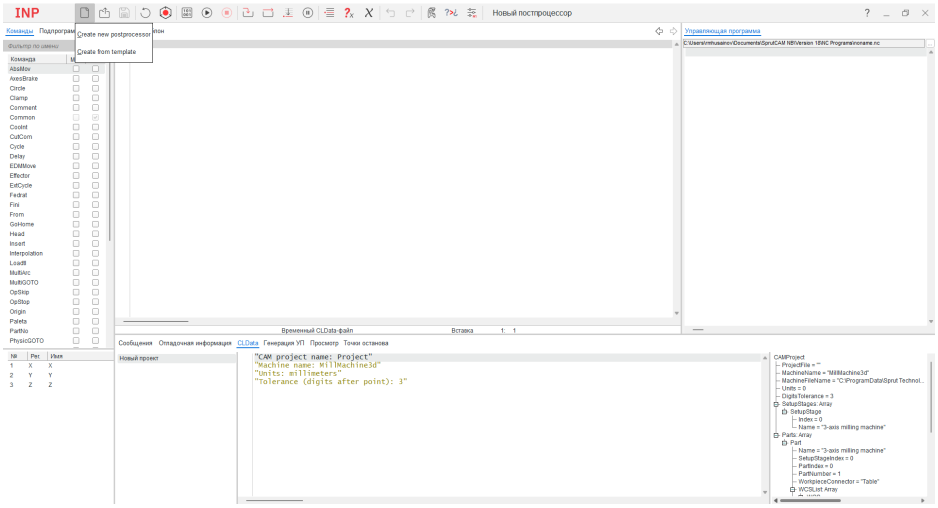
В новой версии появилась новая функция — возможность создавать постпроцессоры на основе настраиваемого шаблона.

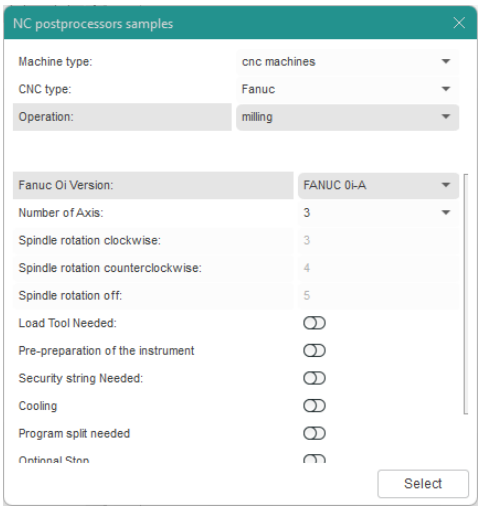
Теперь пользователи могут открыть новое окно для выбора типа постпроцессора (например, робот или станок с ЧПУ) и определить основные параметры с помощью интуитивно понятного интерфейса.

Основные преимущества:

- Быстрое и простое создание базового постпроцессора без необходимости вникать в детали;
- Стандартизированный шаблон упрощает работу разработчиков, ускоряя как создание, так и обслуживание постпроцессоров.

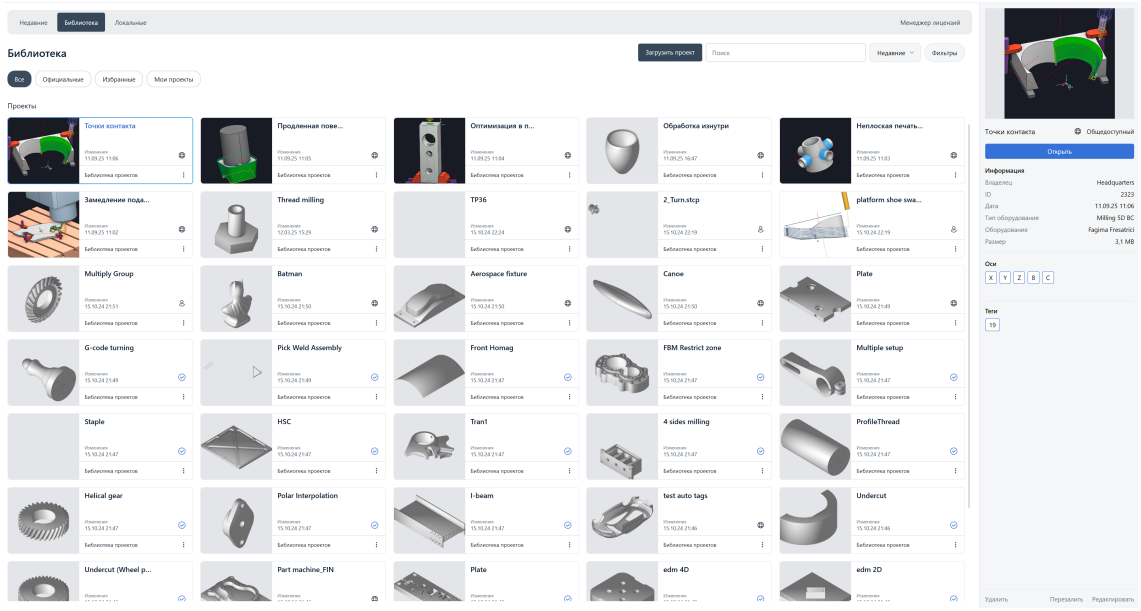
© 2025 ООО СПРУТ Технология


INP
Новый постпроцессор
Create new postprocessor
Create from template
Управляющая программа
"CAM project name: Project"
"Machine name: Millmachine3d"
"Units: millimeters"
"Tolerance (digits after point): 3"


NC postprocessors samples
Machine type:
cnc machines
CNC type:
Fanuc
Operation:
milling
Fanuc Oi Version:
FANUC 0i-A
Number of Axis:
3
Spindle rotation clockwise:
3
Spindle rotation counterclockwise:
4
Spindle rotation off:
5
Load Tool Needed:
Pre-preparation of the instrument
Security string Needed:
Cooling
Program split needed
Optional Stop
Select

3 Общие сведения

3.1 Домашняя страница

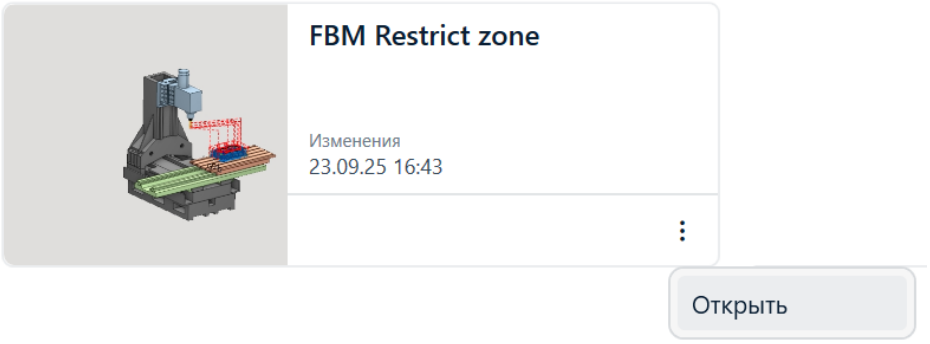


3.1.1 **Область применения:**

Домашняя страница позволяет быстро и удобно просматривать ранее открытые проекты и пользоваться библиотекой проектов, ускоряя процесс запуска и повышая производительность разработчиков.

3.1.1.1 Недавние.

Вкладка **Недавние** позволяет просматривать недавно открытые проекты для быстрого доступа к ним. Нажатие на три точки позволяет открыть проект в последнем активном окне системы.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.1.1.2 Библиотека.

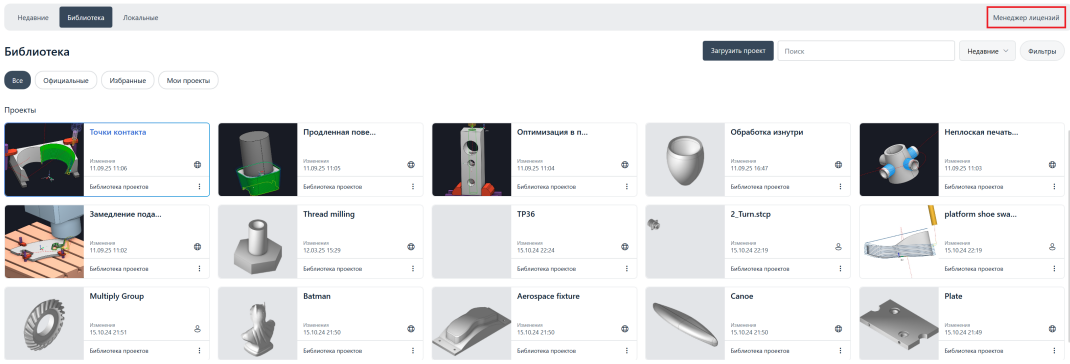
Библиотека проектов позволяет вам находить и открывать примеры проектов из нашей онлайн-библиотеки. Узнать больше(see page 75)

3.1.1.3 Локальные.

Он выполняет функцию проводника файлов. Теперь нет необходимости искать проект через проводник Windows. Вы можете сделать это на домашней странице системы, что значительно упрощает и ускоряет навигацию по проекту. С помощью трех точек вы также можете открыть проект в системе CAM или открыть его местоположение в проводнике файлов.

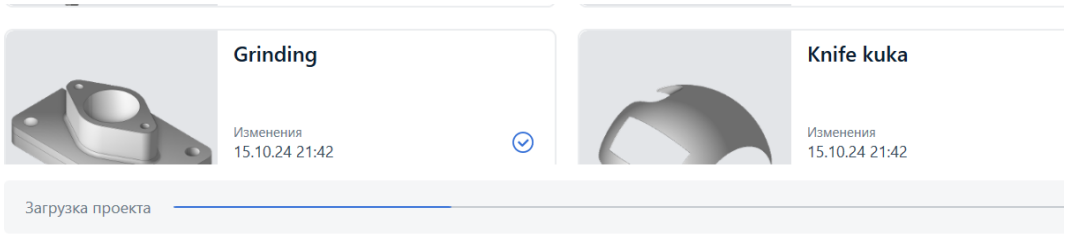
3.1.1.4 Менеджер лицензии.

Менеджер лицензий содержит функции для работы с лицензиями на CAM-систему и лицензиями на ее модули. Узнать больше(see page 161)

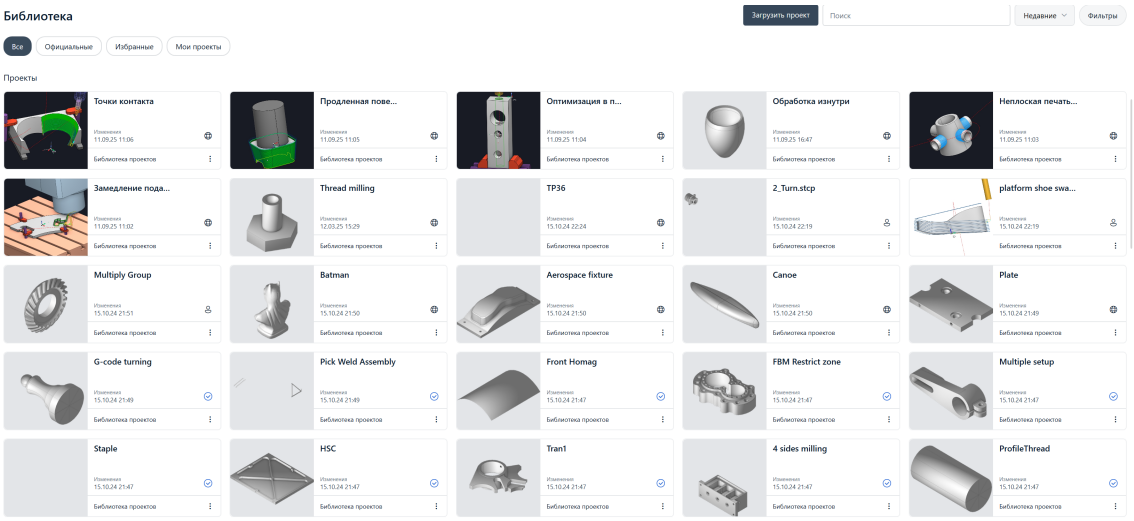


3.1.1.5 Индикатор выполнения.

В нижней части экрана вы можете найти индикатор выполнения, который отображает статус загрузки и открытия проектов.



3.1.2 Библиотека проектов

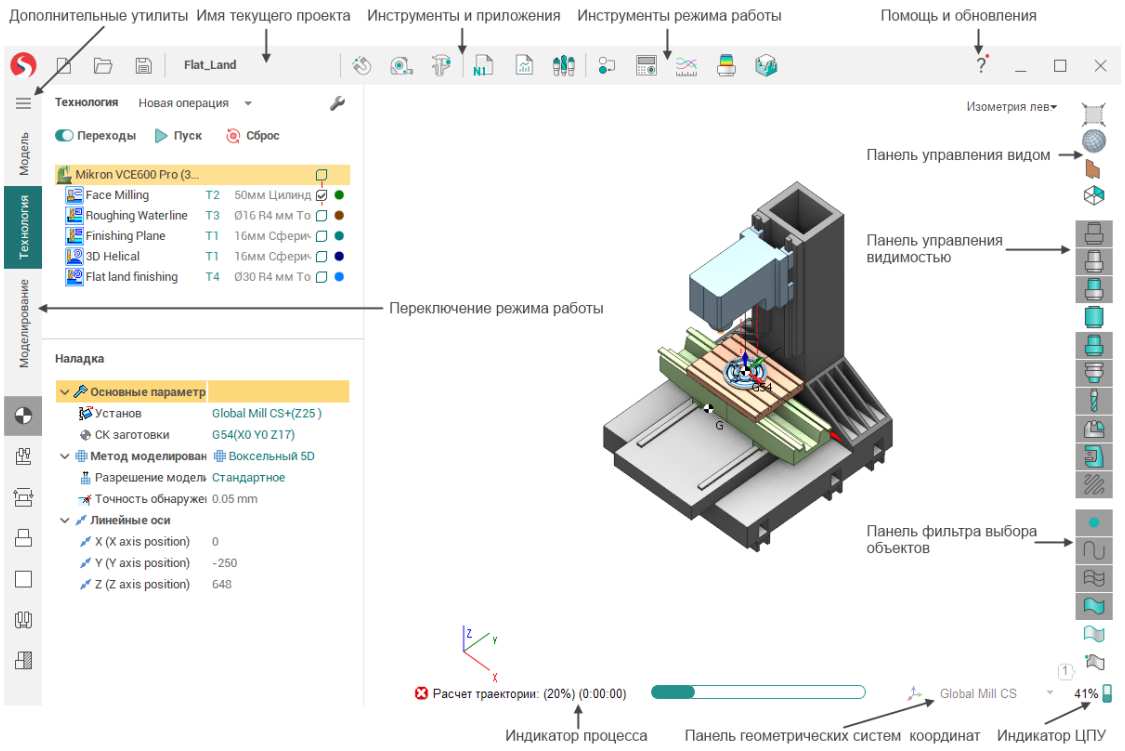


3.1.2.1 **Область применения:**

Библиотека проектов позволяет вам находить и открывать примеры проектов из нашей онлайн-библиотеки.

3.2 Главное окно системы

Главное окно системы имеет вид:



Большую часть экрана занимает графическое окно(see page 94). В нем могут отображаться такие объекты как геометрические модели, станок, обрабатываемая заготовка, траектории операций и др.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

По краям экрана расположены основные панели инструментов. Со многими кнопками этих панелей связаны выпадающие меню. Достаточно задержать указатель мыши над кнопкой либо кликнуть по ней чтобы выпадающее меню отобразилось.

В левом верхнем углу находится панель инструментов приложения(see page 76). Здесь находятся кнопки настройки приложения, загрузки и сохранения текущего проекта, кнопки управления глобальными функциями и прочие.

В левой части окна расположена панель текущего режима работы(see page 104). Ее содержимое меняется в зависимости от выбранного режима: Модель(see page 173), Технология (see page 405)или Моделирование(see page 1599). Для выбора одного из режимов нужно щелкнуть на соответствующую вкладку.

С активным режимом работы(see page 104) также связано и содержимое панели инструментов, расположенной в середине самой верхней панели окна.

В правой части верхней панели также находятся кнопки с выпадающими меню: Утилиты (see page 130)и Помощь(see page 133).

Панель инструментов управления видом(see page 94) расположена в правой панели вверху.

То какие объекты должны отображаться в графическом окне, а какие нет определяется состоянием кнопок на панели управления видимостью(see page 108) в правой части.

Панель инструментов Фильтр выбора(see page 107) определяет должны ли объекты соответствующего типа выбираться с экрана.

Панель управления геометрическими системами координат(see page 110) расположена в нижней правой части окна.

Индикатор процессора в правом нижнем углу позволяет отслеживать текущую загруженность компьютера. Какой именно процесс выполняется в данный момент приложением и степень его завершенности показывает индикатор процесса(see page 134).

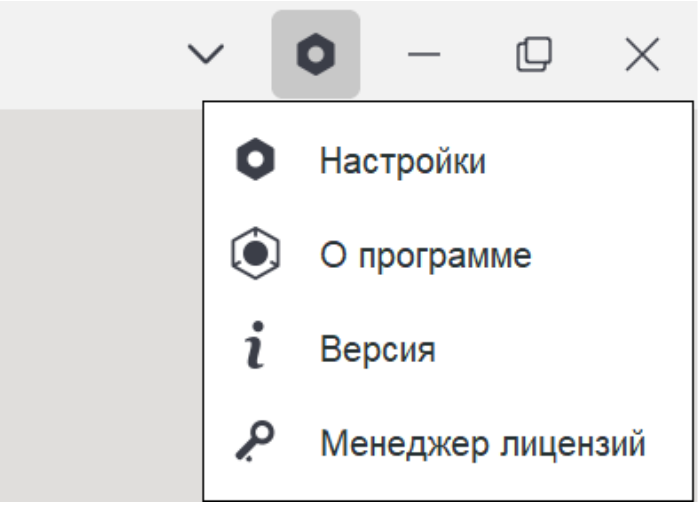
Иногда в правом нижнем углу могут появляться "всплывающие уведомления(see page 134)". Панель с общим списком таких уведомлений может быть открыта щелчком мыши по соответствующей иконке.

3.2.1 Панель инструментов приложения

Панель инструментов приложения расположена на самой верхней панели главного окна слева.

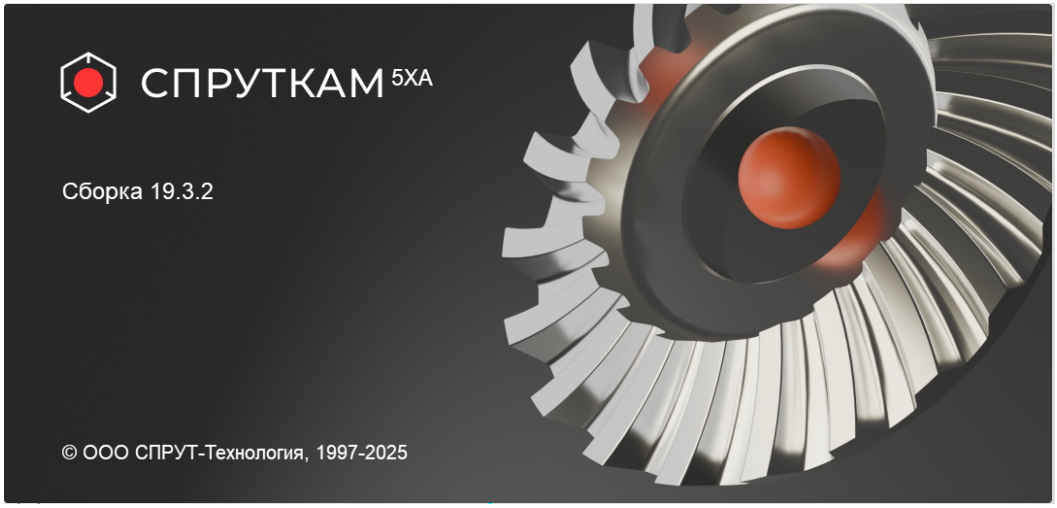


С некоторыми кнопками ассоциированы выпадающие меню.



Главное выпадающее меню появляется при клике или просто наведении указателя мыши на логотипе системы. Оно содержит следующие пункты.

- Настройки. Открывает окно системных установок(see page 138).
- О программе... Появляется первоначальная заставка приложения.

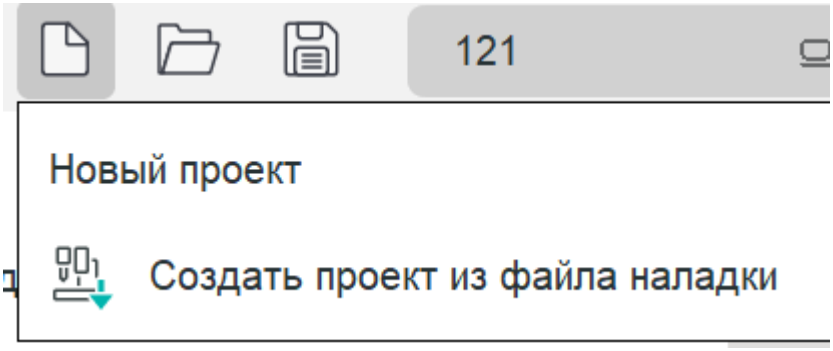


- Версия. Появляется окно информации о версии системы.
- Запускается Менеджер лицензий(see page 161).

3.2.1.1 Меню кнопки нового проекта

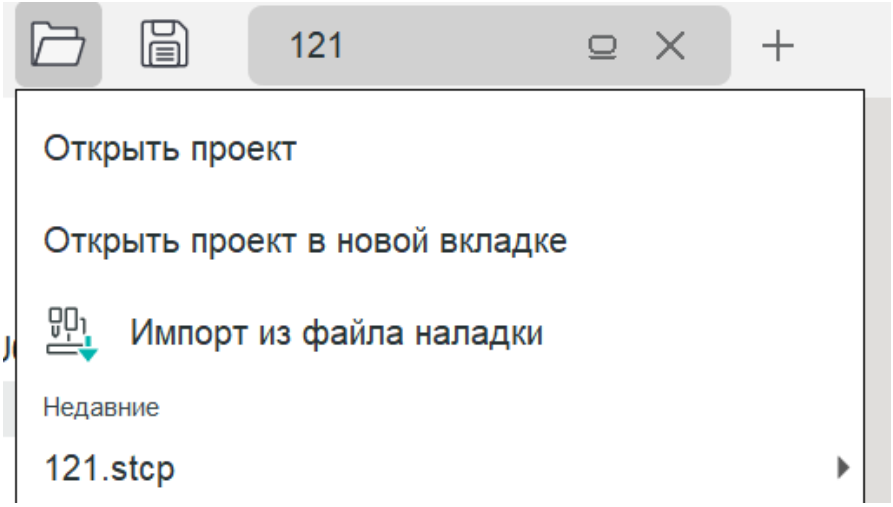


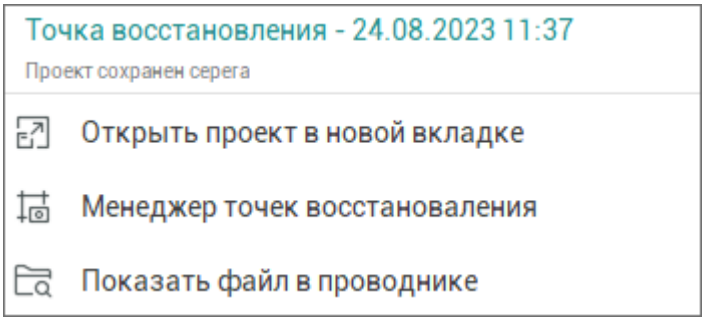
© 2025 ООО СПРУТ Технология



- Новый проект – закрывает текущий проект и заново инициализирует состояние системы.
- Создать проект из файла наладки – закрывает текущий проект и создаёт новый проект из файла наладки(see page 76).

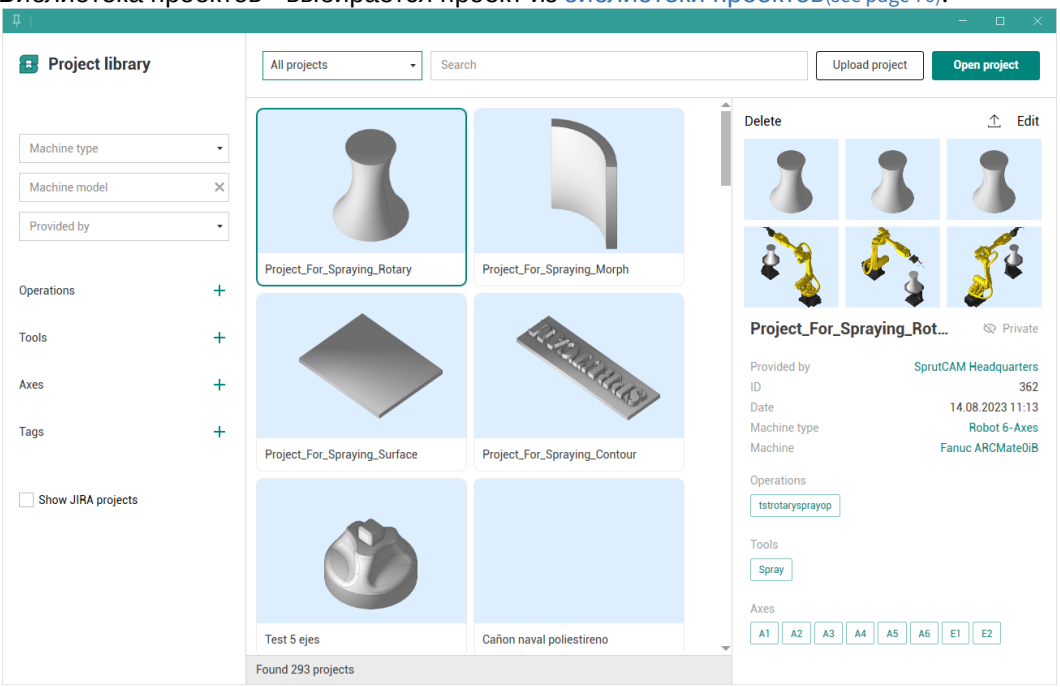
3.2.1.2 Меню кнопки открытия проекта





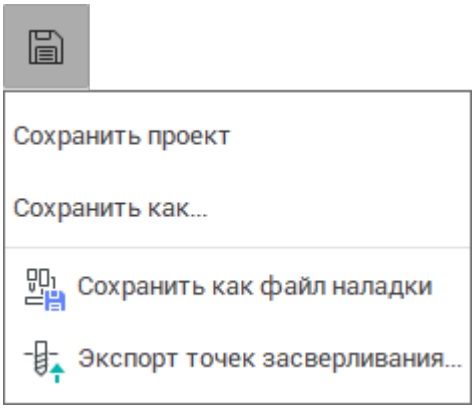
- Открыть проект – загружает существующий проект из файла, открывается стандартный диалог выбора файла.
- Открыть проект в новой вкладке – загружает существующий проект из файла в новой вкладке.

- Библиотека проектов – выбирается проект из библиотеки проектов(see page 76):



- Открыть проект NCTuner – загружается проект, созданный в NCTuner. Если задержать курсор на этом пункте меню, то появится выбор открытия проекта в новой вкладке.
- Импорт из файла наладки – импортирует данные из файла наладки(see page 76) в текущий проект.
- Далее следует список ранее загруженных проектов. Каждый проект в этом списке имеет собственное раскрывающееся меню с дополнительными действиями, которые вы можете выполнить с проектом.
    - Первый или несколько пунктов сверху позволяют быстро загрузить последние резервные версии (точки восстановления(see page 76)) проекта.
    - Открыть проект в новой вкладке — открывает выбранный проект в новом окне.
    - Менеджер точек восстановления - открывает окно для управления всеми точками восстановления (резервными копиями) проекта.
    - Показать файл в проводнике - открывает проводник Windows и выбирает файл этого проекта.

3.2.1.3 Меню кнопки сохранения проекта



© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Сохранить проект – сохраняет проект под текущим именем. Если был создан новый проект и он еще не сохранялся, запрашивает новое имя.
- Сохранить как... – сохраняет проект под новым именем. Открывается стандартный диалог сохранения файла.
- Сохранить как файл наладки – сохраняет шаблон текущего проекта в файл наладки(see page 76).
- Экспорт точек засверливания – открывает стандартное диалоговое окно сохранения файла, в котором будет предложено сохранить список точек засверливания текущей технологической операции в файл формата DXF (актуально только для операций в свойствах которых имеется закладка Отверстия). Этот файл с точками может быть импортирован позже на страницу Модель другого проекта.

3.2.1.4 Дополнительные инструменты и кнопки

 Умные привязки(see page 80). Включает / отключает привязку к объектам в графическом окне.

 Включает режим измерения расстояний между двумя произвольными точками на экране.

 Геометрические измерения(see page 83). Активирует режим измерения объектов в графическом окне.

 Кнопка Ассистент ИИ открывает окно чата с Ассистентом ИИ(see page 76)

 Данная кнопка открывает меню помощи

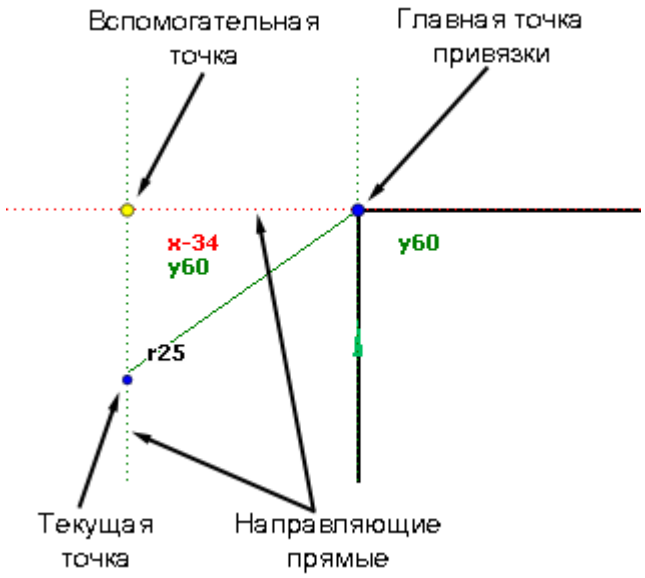
Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

3.2.1.5 Умные привязки

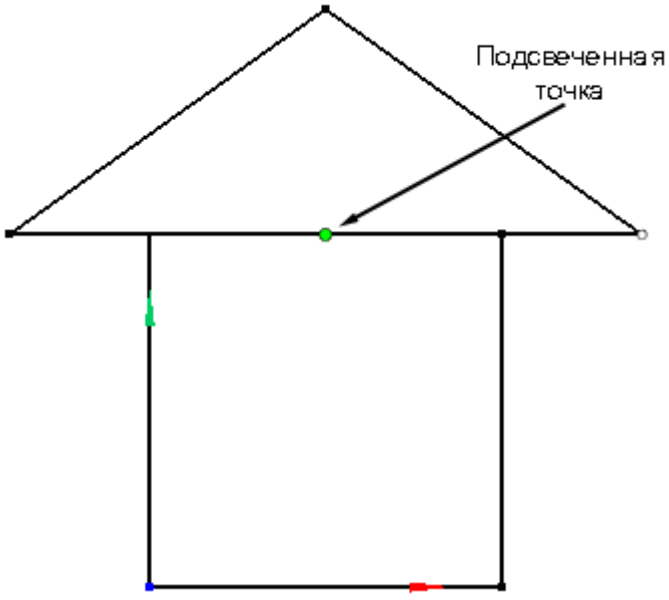
Кнопка «**Умные привязки**»  включает / отключает привязку (примагничивание) к узловым точкам объектов в графическом окне. Это может быть полезно при создании новых или при редактировании существующих геометрических объектов, таких как точки, линии, контура, системы координат и т.п.

Например, используя возможность динамической привязки в CAM системе можно легко создавать точные хорошо параметризованные чертежи.



Основные компоненты динамической привязки:

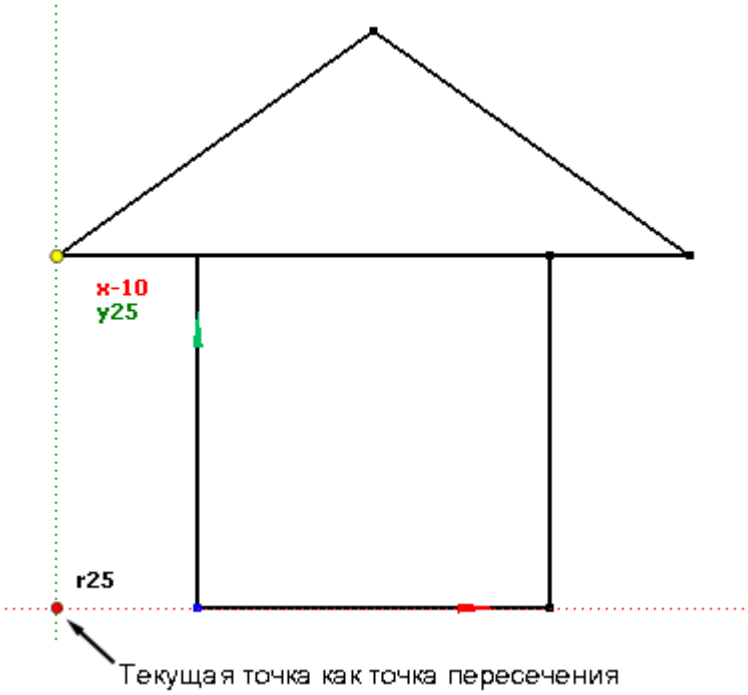
- Подсвеченные точки. При движении курсора над геометрическими элементами точки, к которым возможна привязка, подсвечиваются ярко-зелёным цветом. Это могут быть конечные точки отрезков и дуг, отдельные точки, точки центров окружностей и дуг, средние точки отрезков, точки пересечения элементов и другие.



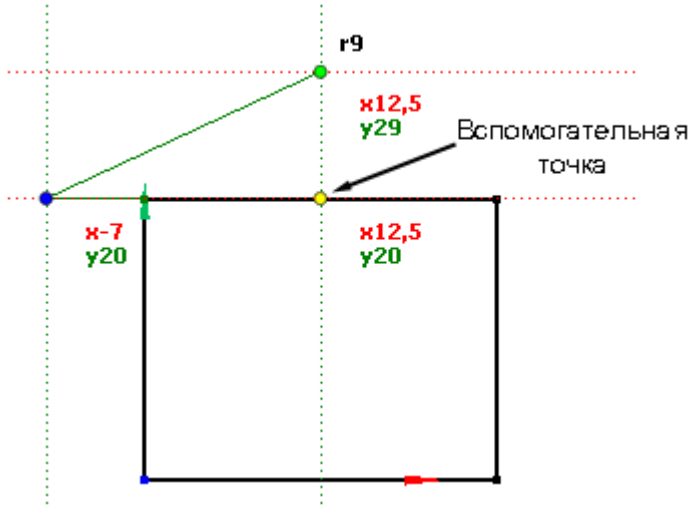
- Основная точка привязки. При нажатии на левую или среднюю кнопку мыши на подсвеченной точке или текущей точке (см. ниже) создается основная точка привязки и ассоциированные с ней прямые. Основная точка постоянна, то есть она не исчезнет, когда курсор сместится с неё. Рядом с основной точкой будут выведены её координаты.
- Основные направляющие прямые – прямые, проходящие через основную точку привязки. Три прямые построены параллельно осям текущей системы координат, остальные построены относительно ближайших геометрических элементов. Например, когда основная точка привязки является конечной точкой отрезка, дополнительно будут построены две прямые – параллельно и перпендикулярно отрезку.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

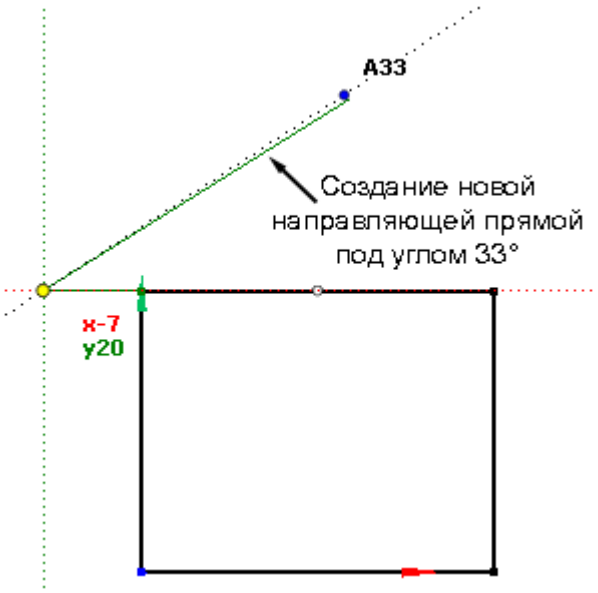
- Текущая точка – точка, перемещающаяся по направляющей прямой вслед за курсором. Текущие координаты точки отображаются рядом с ней. Текущей точкой может так же быть точка пересечения геометрического элемента или другой направляющей прямой с текущей направляющей.



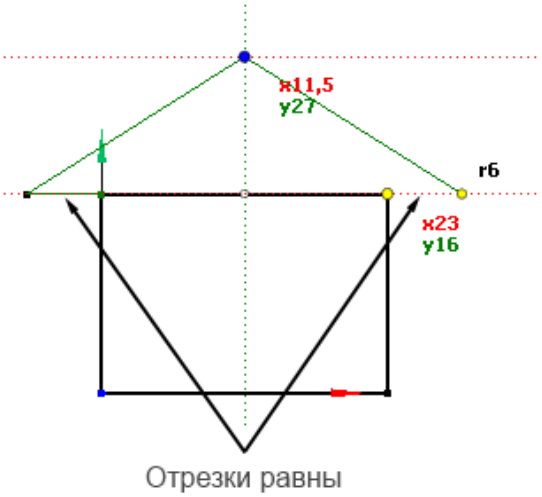
- Вспомогательная точка. В некоторых случаях, когда курсор задерживается над подсвеченной точкой или текущей точкой, эта точка становится вспомогательной. Такая точка похожа на главную точку привязки, за исключением того, что она не является постоянной. То есть, точка пропадёт, если курсор уйдёт с неё и вспомогательной прямой. Вспомогательная точка имеет свой набор направляющих прямых. Таким образом, возможно быстрое построение точки пересечения между основной и вспомогательной направляющими прямыми.



- Перетаскивание направляющих прямых с помощью средней кнопки мыши. Это действие создаёт новую направляющую, расположенную под некоторым углом к исходной направляющей. Угол наклона будет показан на экране.



- Сохранение трёх последних расстояний. При создании чертежей часто возникает необходимость создания отрезков равной длины. Динамическая привязка сохраняет три последних отслеженных расстояния, которые были определены в процессе построения. Таким образом, при перемещении курсора над направляющей, текущая точка окрашивается желтым цветом, когда расстояние от текущей точки до основной точки привязки будет равным одному из трёх последних расстояний.



Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

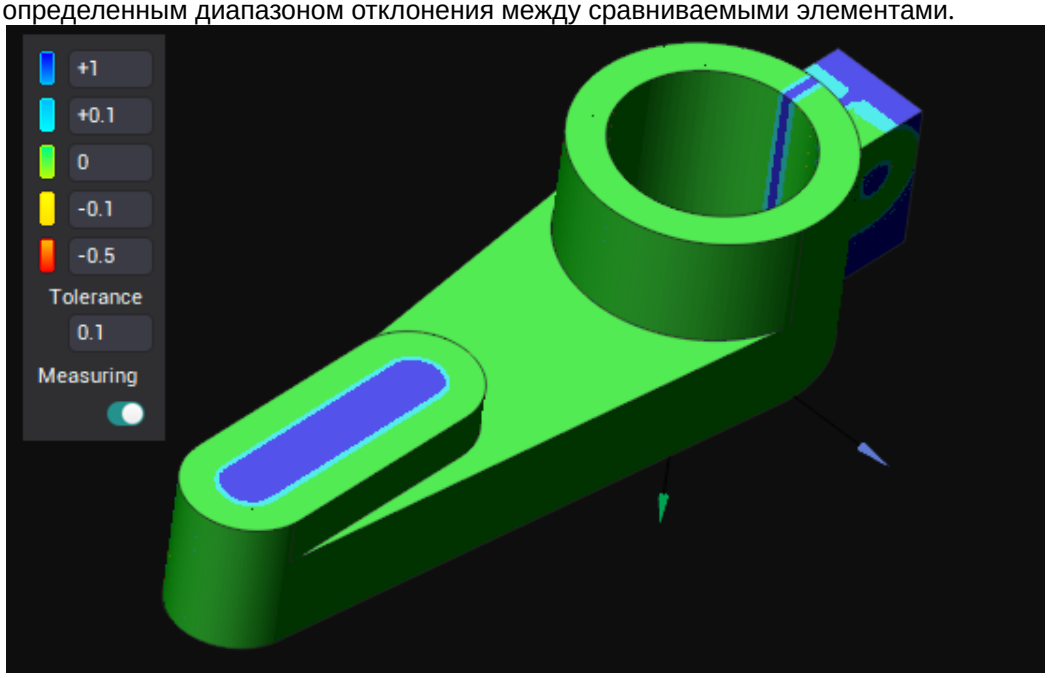
3.2.1.6 Измерения и анализ

CAM система содержит методы удобного измерения геометрических параметров модели и анализа моделирования результата обработки.

-  Сравнение результата обработки с деталью может быть использовано в режимах Технология(see page 405) и Моделирование(see page 1599). Данный инструментарий позволяет отображать разницу между исходной деталью и результатом обработки в форме цветовой схемы, где каждый цвет ассоциирован с

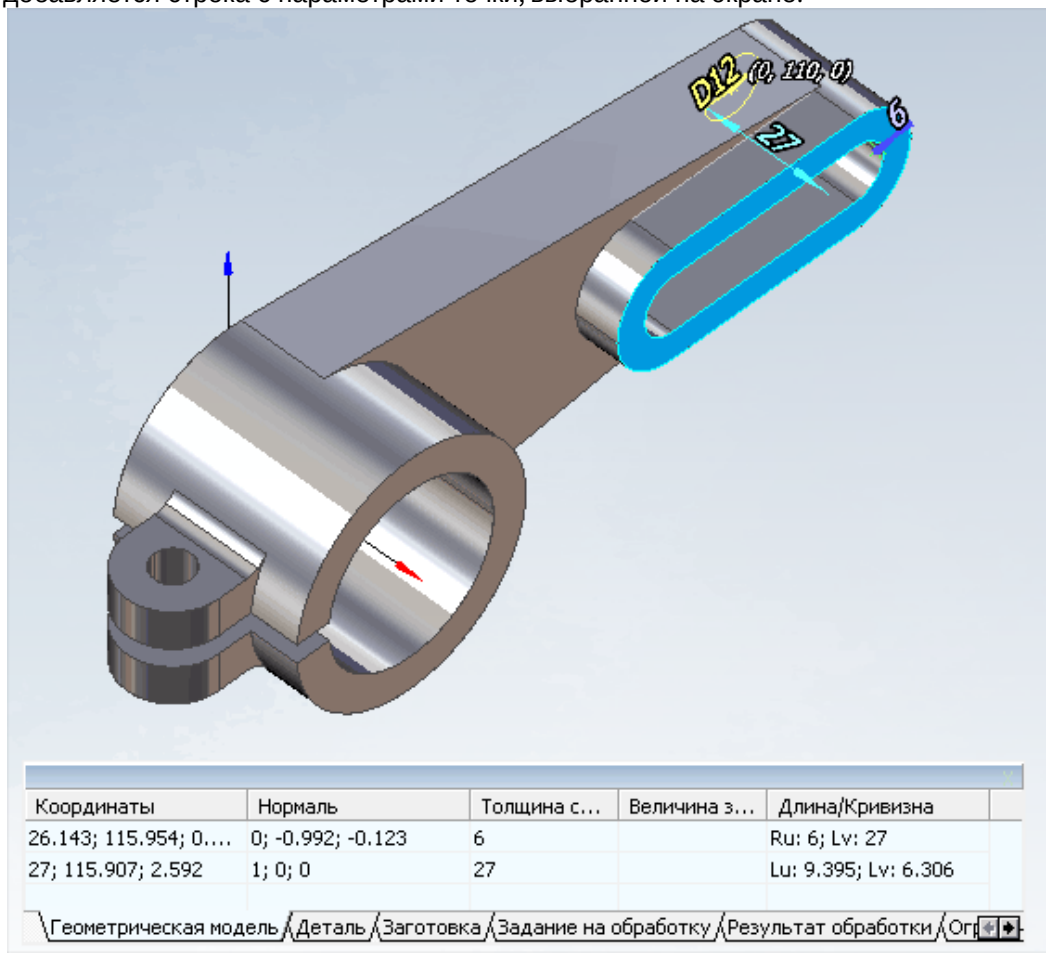
© 2025 ООО СПРУТ Технология

определенным диапазоном отклонения между сравниваемыми элементами.

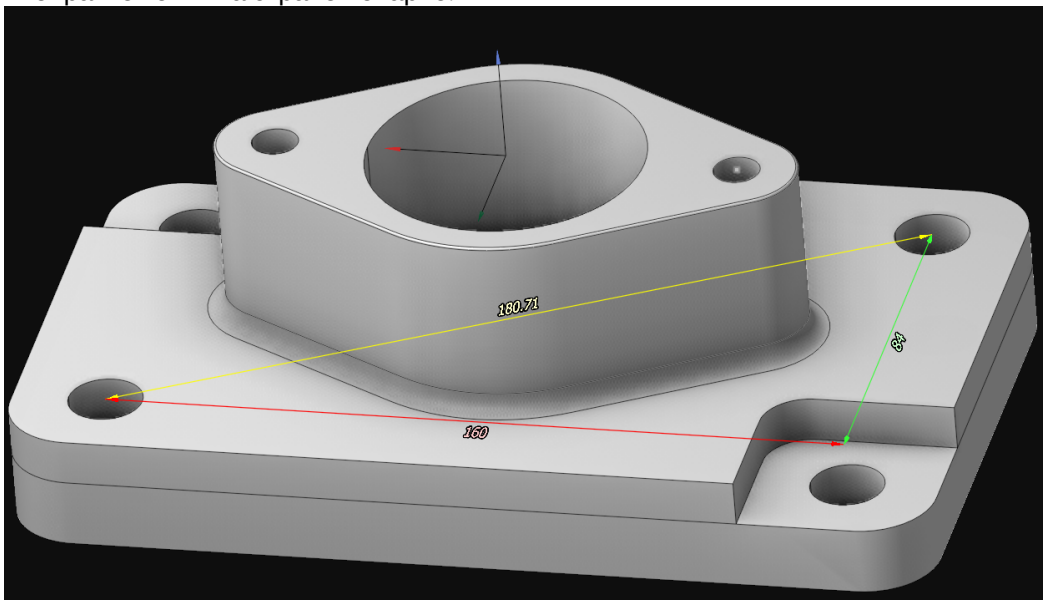


-  Геометрические измерения помогают узнать основные геометрические размеры объекта, выделенного в графическом окне. При активации режима появляется дополнительное окно в котором можно выбрать тип измеряемого объекта (деталь, заготовка, результат обработки и т.д.) а также задать дополнительные параметры измерения. Затем при выборе объекта с экрана основные его размеры отображаются в графическом окне, а в окно измерений

добавляется строка с параметрами точки, выбранной на экране.



-  Кнопка Измерительный инструмент включает режим измерения расстояний между двумя произвольными точками на экране. После включения выберите две точки в графическом окне. На экране появятся три ортогональных размера и один диагональный (нулевые размеры не отображаются). Ориентация размеров зависит от активной геометрической системы координат. Для дальнейших измерений выбирайте точки на экране попарно.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.2.1.7 Автосохранения и точки восстановления проекта

В программе имеется система автоматического резервного копирования версий проектов, что позволяет вернуться к предыдущей версии каждого проекта, если вдруг возникнут какие-либо непредвиденные проблемы.

Ключевым понятием в этой системе является **точка восстановления** - это полное состояние проекта в один конкретный момент времени. Каждый раз при сохранении проекта система создает его точку восстановления. Самая последняя точка восстановления всегда сохраняется в файле проекта *.stcp. Обычно система хранит сразу несколько версий резервных копий, поэтому оставшиеся точки восстановления проекта помещаются в специальный файл резервной копии, расположенный в подпапке истории рядом с проектом: "*<папкапроекта>*__history*<имяпроекта>*.stcp.~back". Здесь

- *<папкапроекта>*- папка исходного проекта;
- *<имяпроекта>* - имя исходного проекта.

Несмотря на то, что точка восстановления хранит полное состояние проекта, это не означает, что размер двух точек восстановления будет равен размеру двух проектов. При сохранении каждой следующей точки система сохраняет только те данные, которые изменились с момента сохранения предыдущей точки восстановления. Это экономит дисковое пространство.

Новые точки восстановления генерируется в двух случаях:

- пользователь сам явно сохраняет проект (ручные точки восстановления);
- система автоматически сама производит сохранения (автосохранённые точки восстановления).

Эти два случая обрабатываются системой отдельно, и даже если проект сохраняется автоматически, он никогда не заменяет состояние, сохраненное пользователем вручную. Эти состояния параллельно сохраняются в списке точек восстановления.

Вы можете задать параметры автосохранений и точек восстановления в окне системных установок.(see page 139)

Процесс автосохранения не является обязательным. Программа может вызывать автоматические сохранения двумя способами:

- По времени через заданный промежуток (Параметр <Интервал в минутах> активен, если активен параметр <**Автосохр. по времени>**);
- По отдельным событиям, происходящим в системе, например, перед удалением технологической операции, перед расчетом траектории, сразу после расчета траектории и т.п. (параметр <**Автосохр. по событиям>** в настройках системы).

Таким образом, при длительной работе над проектом может накопиться большое количество точек восстановления. Во избежание переполнения диска программа автоматически удаляет точки восстановления, если их количество превышает определенное количество, указанное в настройках системы. Поскольку система считает точки восстановления, сохраненные пользователем вручную, более надежными, в настройках системы задаются две разные глубины хранения.

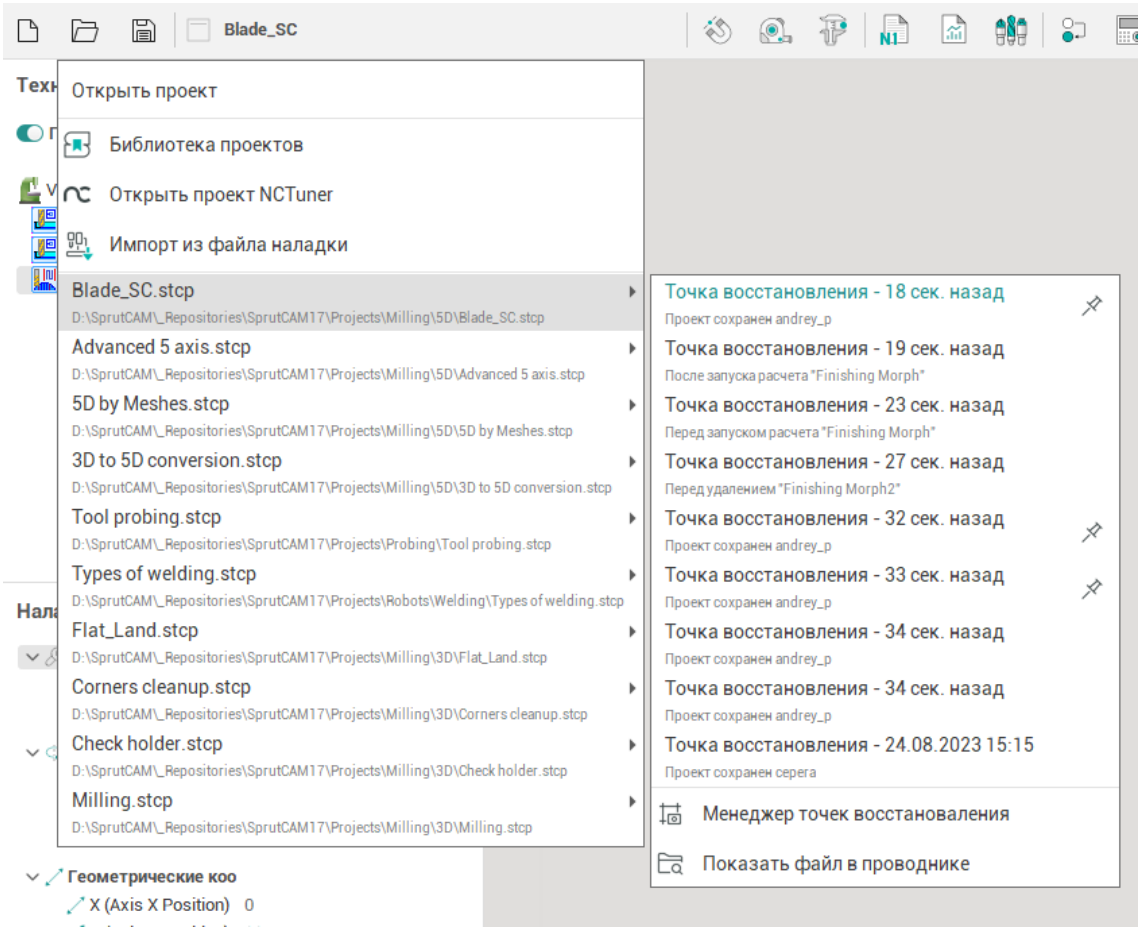
- <**Кол. ручных сохр. точек восстан.**> - максимальное количество точек восстановления, сохраненных пользователем вручную (значение по умолчанию 5).
- <**Кол. автосохр. точек восстан.**> - максимальное количество точек восстановления, сохраненных системой по времени или по событию (значение по умолчанию 15).

Также можно пометить любую точку восстановления как **устойчивую**. Это будет означать, что система не удалит эту точку восстановления, даже если будет превышено максимально допустимое количество. Такие точки восстановления явно удаляются только

самим пользователем. Это позволяет делать своего рода альтернативные варианты одного и того же проекта.

В крупных проектах сохранение может занять довольно продолжительное время. Поэтому, чтобы слишком частые автоматические сохранения не мешали работе над проектом, система выполняет автоматические сохранения не ранее, чем через заданный промежуток времени — параметр <**Интервал между долгими автосохр.**> (по умолчанию 5 минут). При этом система считает проекты большими, если последнее сохранение длилось дольше, чем указано в параметре <**Время долгих автосохр.**> (по умолчанию 20 секунд). Например: если предыдущая точка восстановления сохранялась более 20 секунд, то следующее автосохранение точки восстановления произойдет не ранее, чем через 5 минут.

Пользовательский интерфейс системы позволяет быстро загрузить любое из сохраненных состояний проекта. Список точек восстановления для каждого проекта отображается в виде раскрывающегося меню рядом с названием проекта в списке последних проектов на главной панели инструментов приложения(see page 76). Точки восстановления отображаются в обратном хронологическом порядке: самые последние вверху. Текущая точка восстановления выделена зеленым цветом. Кнопка <**Закрепить**> справа позволяет пометить точку восстановления как **устойчивую**, чтобы предотвратить автоматическое удаление.

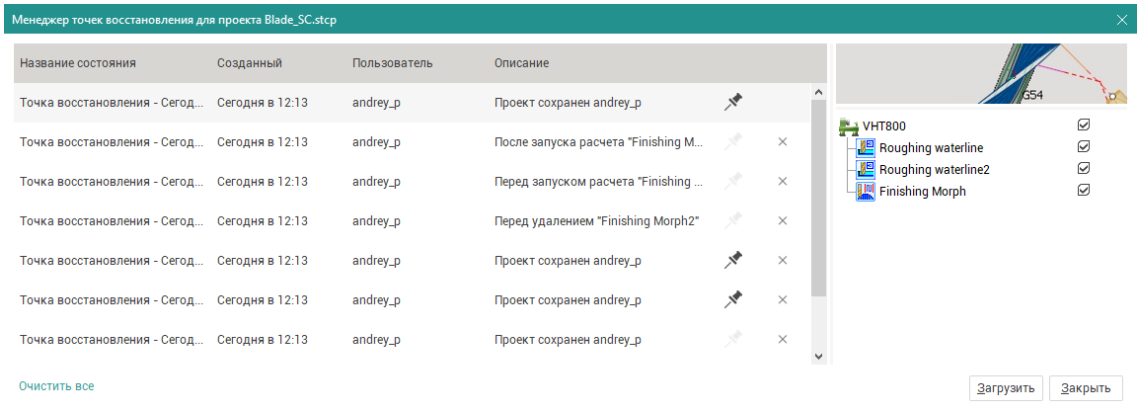


В списке отображаются не все точки восстановления:

- Для текущего проекта отображается не больше 10 последних + все **устойчивые;**
- Для не текущих проектов отображается список только из **устойчивых** + точка восстановления, находившаяся в самом проекте (последняя созданная ручным сохранением).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Для отображения полного списка точек восстановления необходимо открыть окно **Менеджер точек восстановления**.



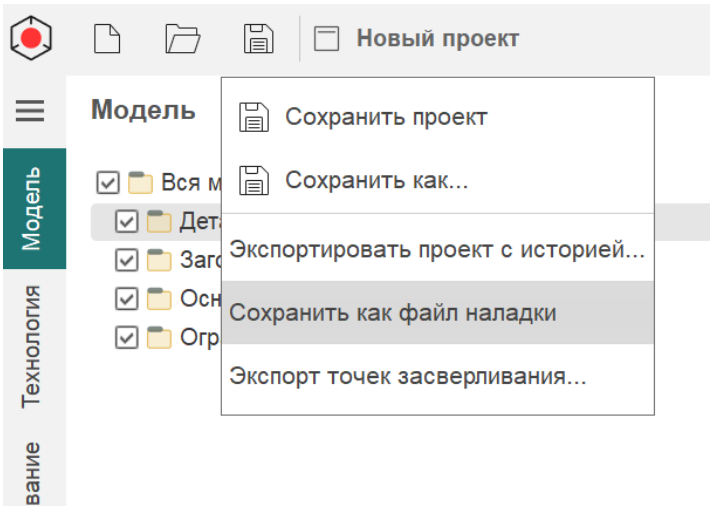
В окне **Менеджер точек восстановления** вы можете просмотреть полный список точек восстановления, отредактировать их имя или описание, посмотреть миниатюру, пользователя (сохранившего точку восстановления) и список операций, удалить или сделать его **устойчивым**. Вы также можете загрузить точку восстановления из этого окна.

Если навести курсор на дату создания, в подсказке отобразится полная дата.

3.2.1.8 Файл наладки (шаблон проекта)

Файл наладки предназначен для быстрого создания нового проекта по шаблону.

Вы можете сохранить проект в формате файла наладки (*.stms). Используйте пункт меню "Сохранить как файл наладки" в выпадающем меню кнопки сохранения проекта на панели инструментов(see page 88). После этого вы сможете быстро создавать новые проекты, используя этот файл в качестве шаблона.

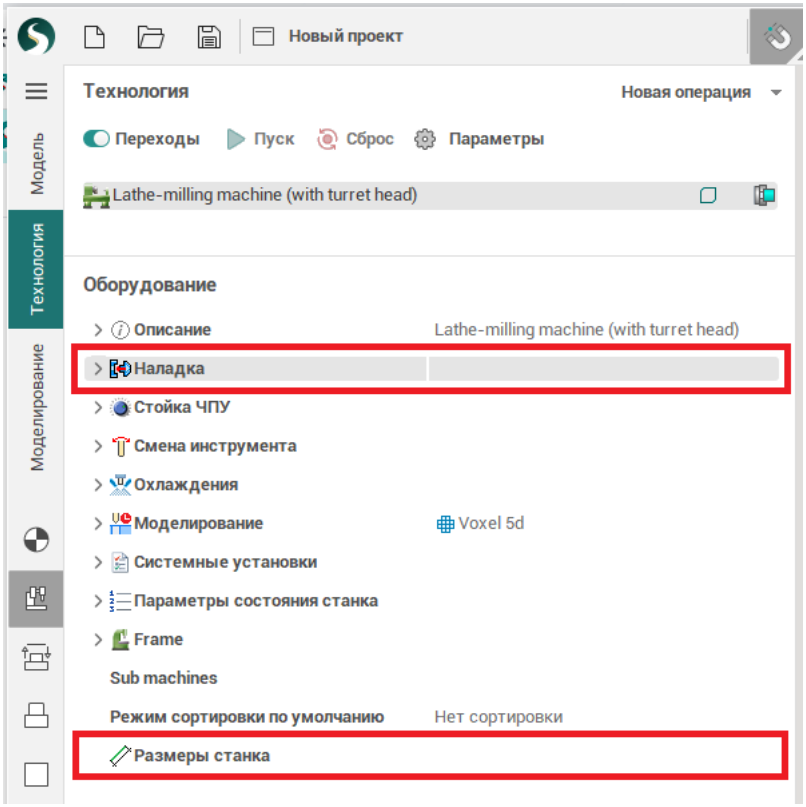


В файле сохраняются следующие данные:

- станок
- установы и деталь как группа операций
- оснастка (включая положение)
- инструмент
- подводы/отводы
- список систем координат заготовки
- типы блоков инструмента, размещение инструмент в револьвере.

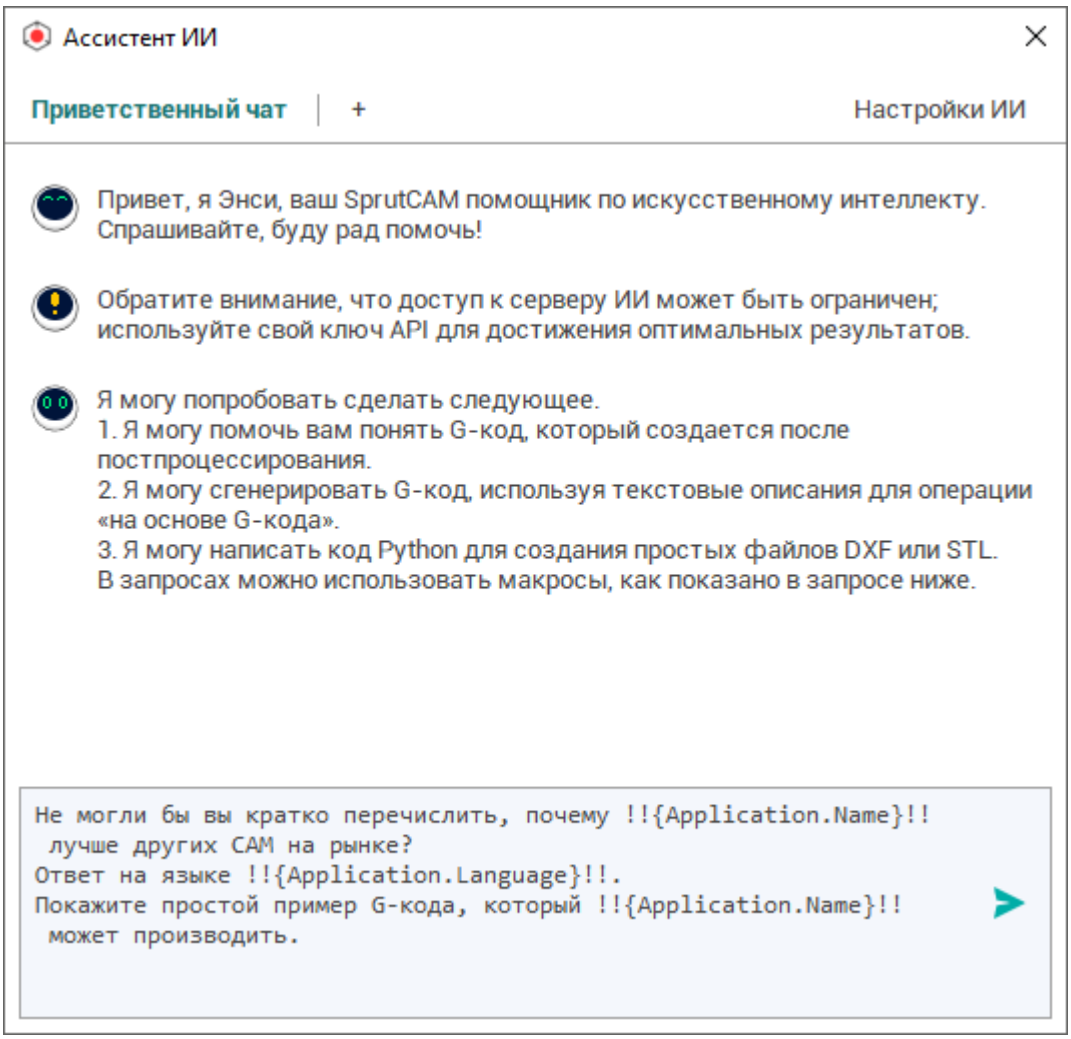
Под кнопкой нового проекта на панели инструментов(see page 88) появится новое выпадающее меню, где вы можете выбрать один из недавно использованных файлов наладки. Или выберите другой файл наладки, для этого используйте пункт меню "Создать проект из файла наладки".

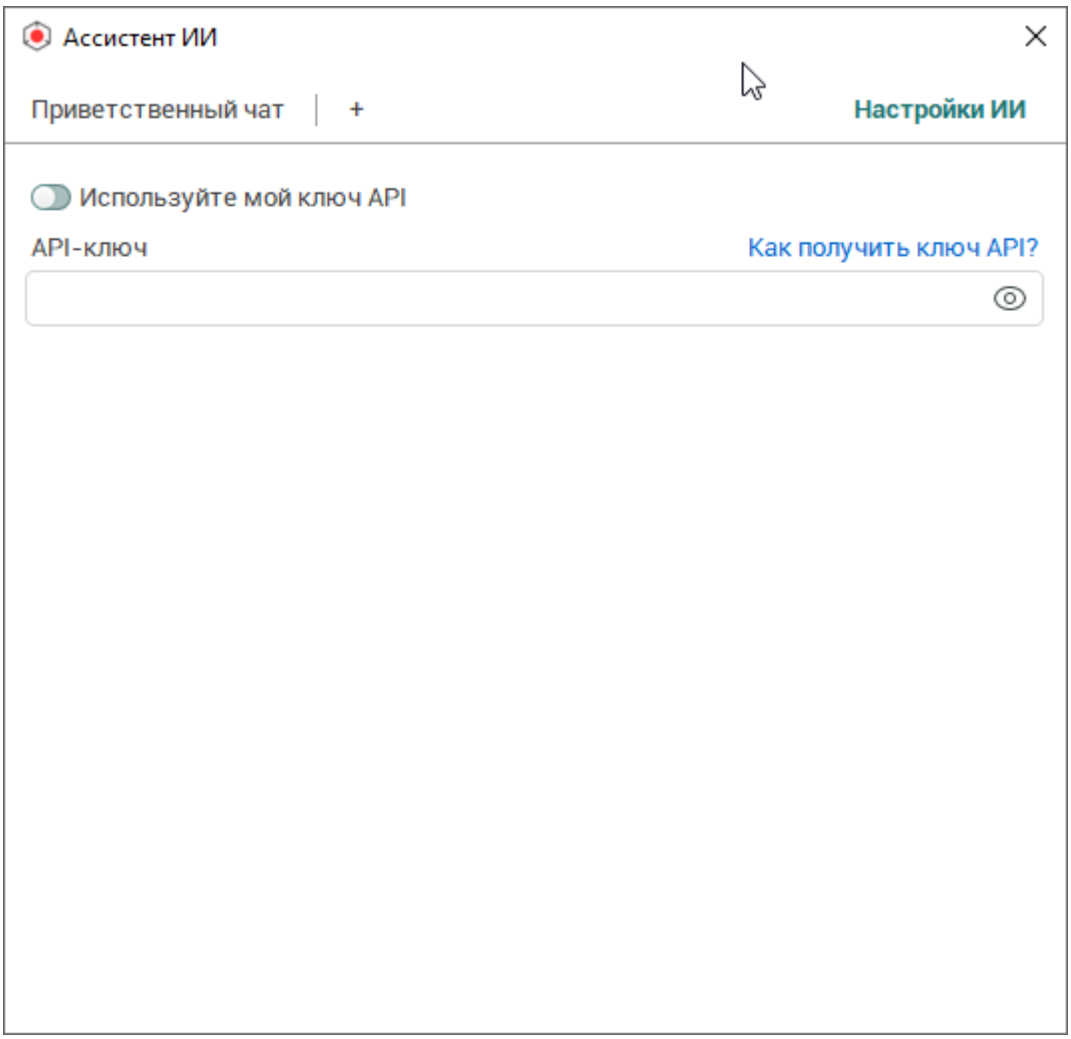
Вы также сможете импортировать файл наладки в текущий проект. Для этого используйте пункт "Импорт из файла наладки" из выпадающего меню кнопки открытия проекта на панели инструментов(see page 88). При импорте все данные из файла наладки добавляются к данным текущего проекта, за исключением станка. Если станок проекта совпадает со станком из наладки, то параметры станка обновляются из файла наладки. Если станки разные, то, если это возможно, обновляются параметры "Размеры станка" и "Наладка".



3.2.1.9 Ассистент ИИ

© 2025 ООО СПРУТ Технология


Ассистент ИИ
Приветственный чат
+
Настройки ИИ
Привет, я Энси, ваш SprutCAM помощник по искусственному интеллекту. Спрашивайте, буду рад помочь!
Обратите внимание, что доступ к серверу ИИ может быть ограничен; используйте свой ключ API для достижения оптимальных результатов.
Я могу попробовать сделать следующее.
1. Я могу помочь вам понять G-код, который создается после постпроцессирования.
2. Я могу сгенерировать G-код, используя текстовые описания для операции «на основе G-кода».
3. Я могу написать код Python для создания простых файлов DXF или STL.
В запросах можно использовать макросы, как показано в запросе ниже.
Не могли бы вы кратко перечислить, почему !!{Application.Name}!! лучше других CAM на рынке?
Ответ на языке !!{Application.Language}!!.
Покажите простой пример G-кода, который !!{Application.Name}!! может производить.



Виртуальный помощник с искусственным интеллектом, который может помочь пользователям в различных аспектах рабочего процесса. Ассистент ИИ основан на технологиях ChatGPT.

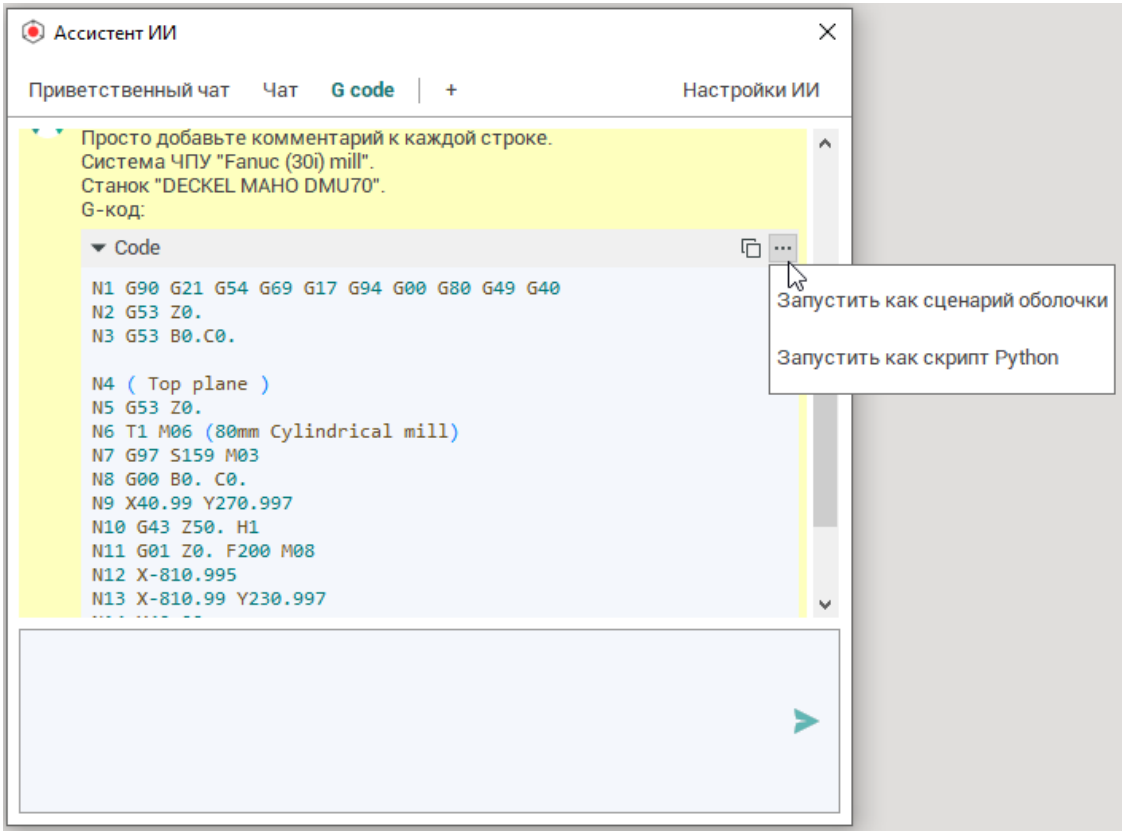
Мастер ИИ зовется Энси. При открытии мастер приветствует пользователя следующим сообщением: "Привет, я Энси, ваш СПРУТКАМ помощник по искусственному интеллекту. Спрашивайте, буду рад помочь!"

Ассистент ИИ работает на базе API OpenAI, который использует модели глубокого обучения для понимания и создания естественного языка. Инженеры могут общаться с Ассистентом ИИ, используя текстовые команды на нескольких языках, и Ассистент ИИ реагирует соответствующим образом.

Для создания запросов инженеры ЧПУ могут использовать различные макросы, которые автоматически адаптируются к контексту выполняемой задачи. Используйте комбинацию клавиш «Ctrl + Пробел» внутри поля редактирования, чтобы просмотреть возможные значения макроса.

Вы также можете выполнять некоторые действия над блоками кода, которые отображает ассистент. Список действий открывается нажатием кнопки с тремя точками в правом верхнем углу блока кода.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Список доступных действий и макросов всегда зависит от контекста, из которого была открыта каждая конкретная вкладка чата. Например, если чат был открыт из окна генерации G-кода, то *!!{GCodeWindow.SelectedText}!!* элемент будет доступен в списке макросов. Это означает, что при отправке запроса выделенный текст из окна будет подставлен на этот макрос.

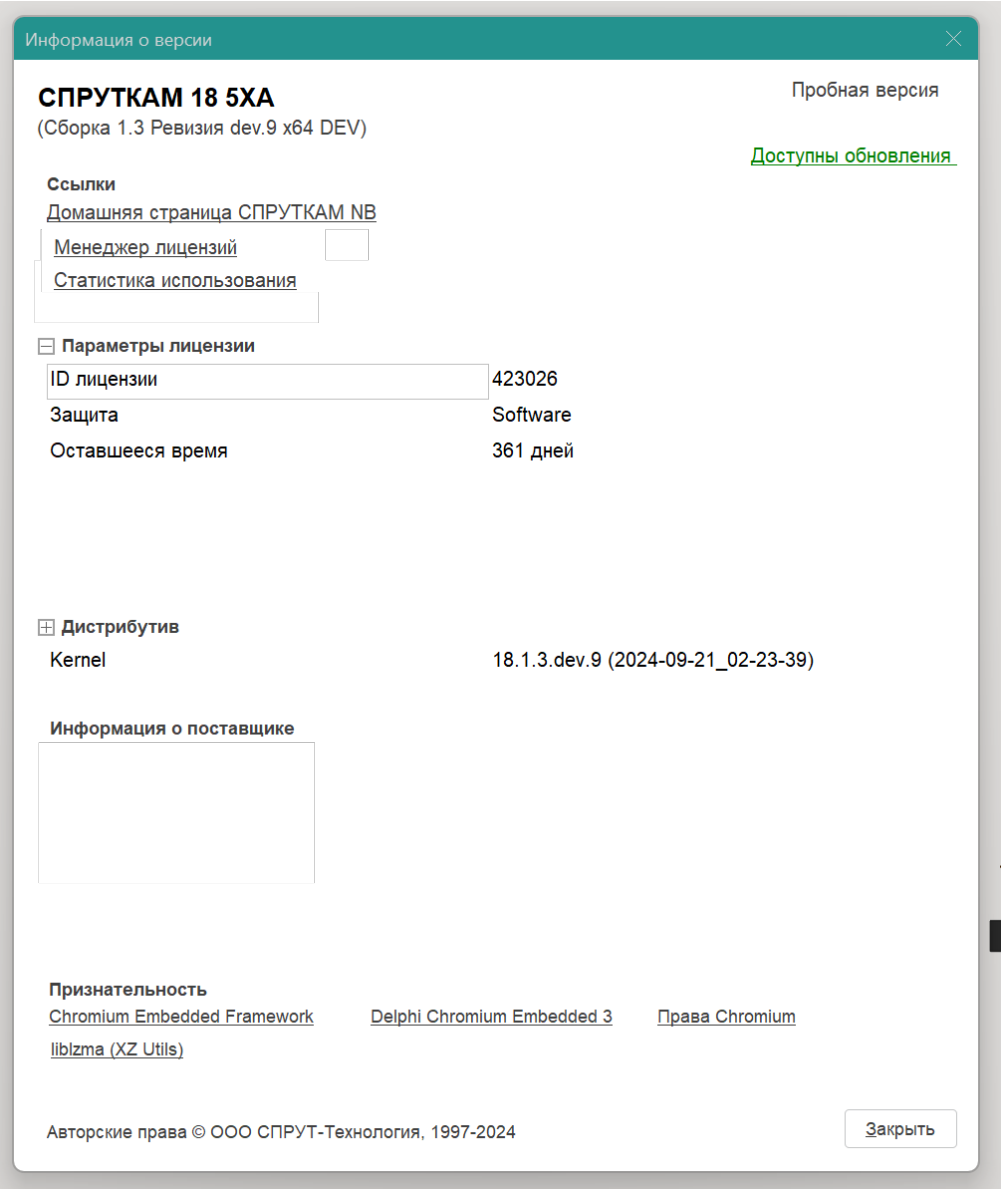
Энси может выполнять следующие задачи:

- Объяснить G-код, сгенерированный в результате постобработки. Вы можете запросить помощь Ассистента ИИ, чтобы получить разъяснение любой строки кода или команды. Он даст детальное объяснение, что она делает и зачем это нужно. Нажмите кнопку «Ассистента ИИ» в окне генерации G-кода(see page 419) с выделенным фрагментом текста.
- Сгенерировать G-код, используя текстовое описание операций. Вы можете просто ввести то, что хотите сделать, например «просверлить отверстие диаметром 10 мм в точке (100, 25)», и мастер ИИ сгенерирует для вас соответствующий G-код. В окне Рабочего задания операции на основе G-кода необходимо нажать на кнопку Ассистента ИИ. При этом в списке действий блока кода появятся элементы, которые позволят быстро применить к операции сгенерированный ассистентом блок кода, рассчитать операцию и сразу увидеть результат.
- Написать код на Python для создания файлов .dxf или .stl. Вы можете использовать Ассистента ИИ для создания 2D или 3D-моделей ваших деталей с использованием кода Python. Ассистент ИИ проведет вас через весь процесс и покажет результаты в режиме реального времени. Просто попросите его сгенерировать код Python, который придаст файлу dxf нужную вам форму, затем нажмите «Запустить как скрипт Python» в списке действий сгенерированного блока кода. Если сценарий верен, результирующий файл будет находиться в папке «Мои документы», подпапке «$(ApplicationName)\AIActions». Импортировать его можно стандартным способом. Если сценарий неверен, просто скопируйте сообщение об ошибке и попросите помощника решить проблему.
- Предоставить справочную информацию для промышленного робота или станка с ЧПУ при создании кинематических схем в MachineMaker - приложение, без ручного

написания кода (xml файлов станков) при создании цифровых моделей. Вы можете запросить у Ассистента ИИ любую информацию об используемом вами роботе или станке с ЧПУ, например, его размеры, характеристики, возможности, ограничения и т. д.
- Ответить на любой вопрос пользователя системы, даже не связанный с работой программы. Вы можете общаться с Ассистентом ИИ обо всем, о чем захотите, например, о советах по работе с ЧПУ, новостях данной отрасли, передовом опыте и т. д. Ассистента ИИ постарается ответить на ваши вопросы как можно лучше или направит вас к соответствующим ресурсам, если не будет знать ответа.

> *Доступ к сервисам OpenAI может быть ограничен, поэтому мы рекомендуем вам включить опцию «Используйте мой ключ API» на вкладке «Настройки ИИ». В этом случае доступ к сервису будет определяться только возможностями вашей учетной записи OpenAI.*

3.2.1.10 Информация о версии



© 2025 ООО СПРУТ Технология

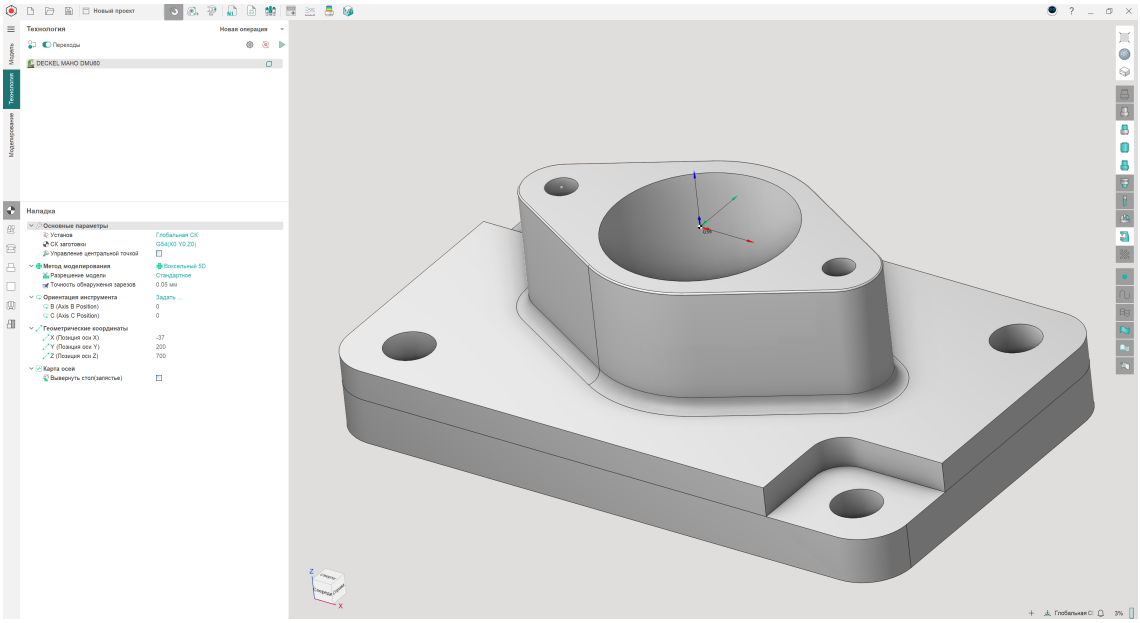
Окно информации о версии открывается через первую кнопку на верхней панели инструментов приложения.

В данном окне можно увидеть следующее:

- Название программы
- Идентификатор сборки
- Полезные ссылки на наши веб-ресурсы
- Основные свойства лицензии
- Список версий для каждого из модулей программы
- Информацию о дилерах программного обеспечения
- Авторские права

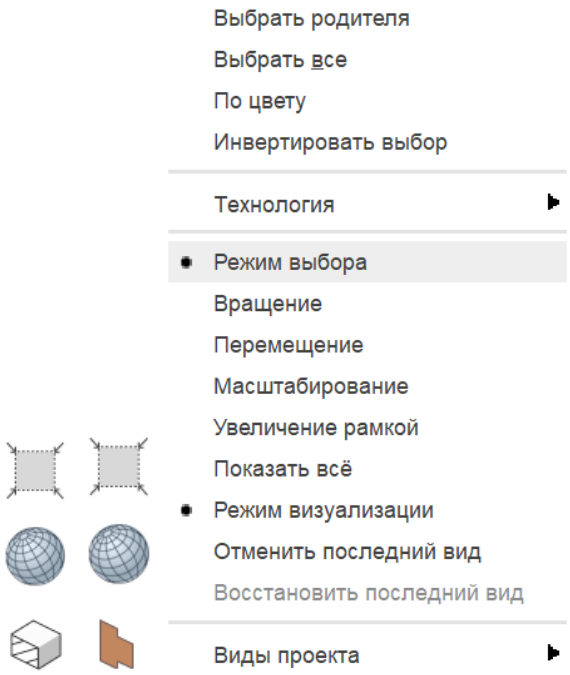
3.2.2 Графическое окно и управление визуализацией

Основную часть экрана занимает графическое окно. На нем могут отображаться такие объекты, как геометрические модели, станки, заготовки, траектории движения инструмента и т.д.



Горячие клавиши для управления визуализацией, цветом фона, параметрами отображения осей и другие могут быть изменены на закладке <Визуализация(see page 142)> в окне <Системных настроек(see page 138)>.

Можно управлять режимами работы графического окна с помощью кнопок управления видом в правой панели инструментов главного окна либо через контекстное меню графического окна:



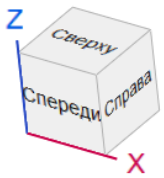
Первые четыре элемента переключают действие, выполняемое левой кнопкой мыши:

- Режим выбора(see page 97). Щелчок левой кнопкой будет осуществлять выбор с экрана (это состояние по умолчанию).
- Вращение(see page 99). Перемещение указателя с нажатой левой кнопкой мыши будет вращать вид.
- Перемещение(see page 100). Перемещение указателя с нажатой левой кнопкой мыши будет смещать вид.
- Масштабирование(see page 100). Перемещение указателя с нажатой левой кнопкой мыши будет масштабировать вид.

Однако все эти действия легко могут быть выполнены без переключения режима. Для вращения вида перемещайте указатель мыши с нажатой правой кнопкой. Для смещения вида перемещайте указатель с нажатой средней кнопкой. Вращайте колесо мыши для масштабирования. Имеются также дополнительные способы изменения вида с использованием горячих клавиш. Смотрите вложенные статьи.

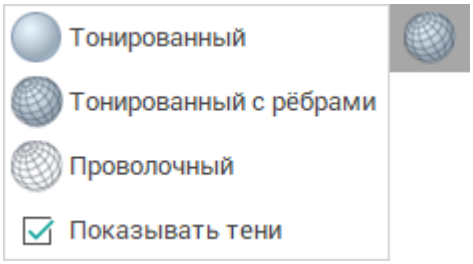
Для быстрого изменения масштаба чтобы на экране показались все видимые объекты используйте элемент меню Показать все(see page 101).

Имеется видовой куб. Узнать больше(see page 97)



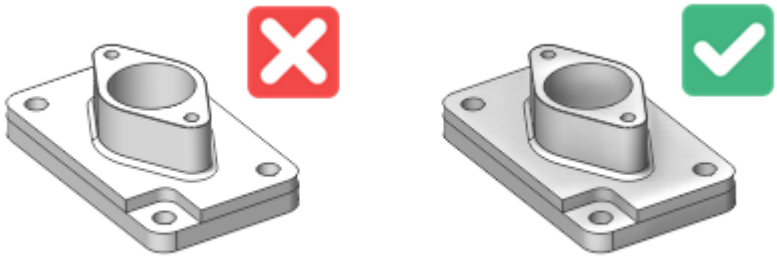
Используйте элементы меню Отменить (see page 102)/ Восстановить (see page 103)последний вид для быстрого возвращения к предыдущему / следующему виду.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Кнопка с выпадающим меню на рисунке выше позволяет переключать режим отображения трехмерных объектов: Тонированный - тонированный без ребер, Тонированный с ребрами, Проволочный - только ребра. Щелчок по самой кнопке переключает данные режимы поочередно.

Показывать тени включает режим затенения и рендеринга при котором каждая из точек в сцене влияет на освещение. Смотрите пример ниже.





Кнопка выше определяет режим отображения только для тел вращения: 3D, 3D без четверти, половина и двумерное сечение.

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

Режим выбора объектов(see page 97)

Выбор фрагмента для увеличения(see page 98)

Динамическая установка вектора взгляда(see page 99)

Динамическое смещение изображения(see page 100)

Динамическое изменение масштаба визуализации(see page 100)

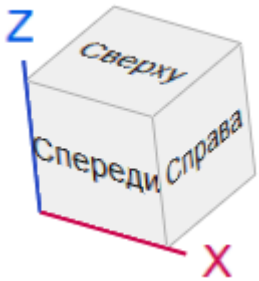
Показать все(see page 101)

Восстановить вид(see page 102)

Сохранить вид(see page 103)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.2.2.1 Установка стандартного вектора взгляда



Меню стандартных векторов взгляда может иметь разный вид в зависимости от типа станка: фрезерный, токарный и т.д.. При выборе одного из пунктов в графическом окне устанавливается соответствующий вектор взгляда.

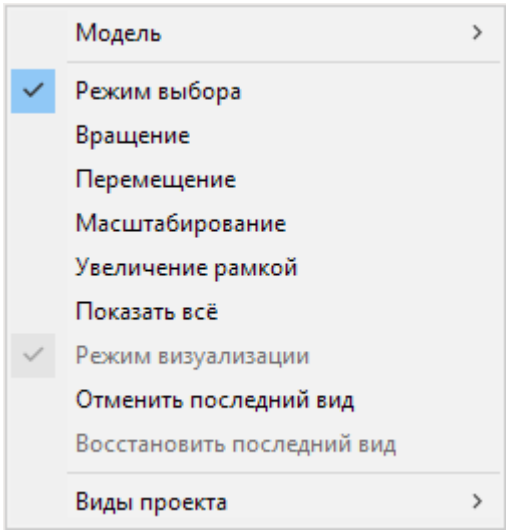
Кроме того, если нажать среднюю кнопку мыши (колесо) в графическом окне, то будет установлен один из ближайших стандартных видов.

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

3.2.2.2 Режим выбора объектов

Для перехода в режим выбора объектов следует в выпадающем меню графического окна включить опцию "Режим выбора" (включен по умолчанию). После этого указатель мыши примет свой обычный вид и система перейдёт в режим интерактивного выбора объектов. Для выбора объекта следует подвести к нему курсор. Если объект может быть выбран – он будет подсвечен. Для подтверждения выбора следует щелкнуть на нём левой кнопкой мыши.



Смотрите статью Выбор объектов(see page 183) чтобы познакомиться с расширенными способами выбора объектов с экрана.

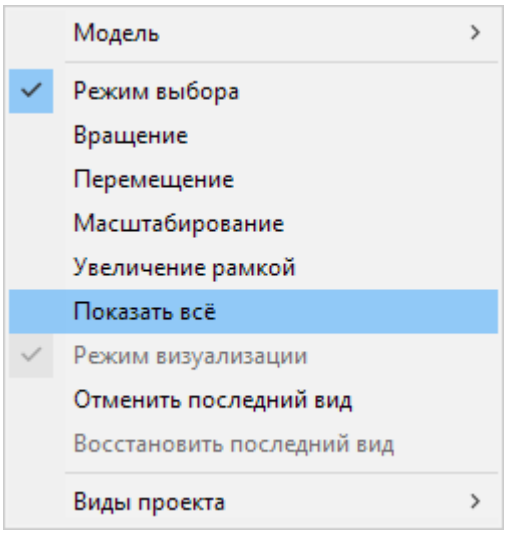
Сопутствующие ссылки:

Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

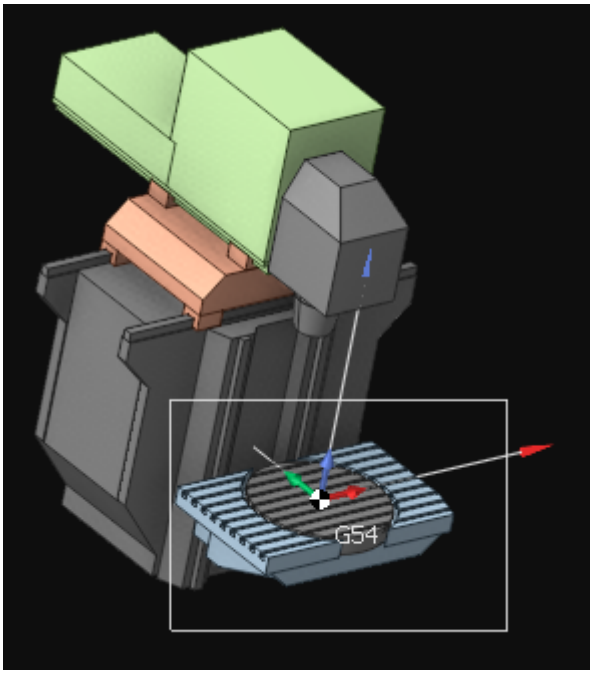
3.2.2.3 Выбор фрагмента для увеличения

Увеличивает вид таким образом чтобы максимально отобразилась область указанная двумя противоположными углами прямоугольника на экране.



Выберите **Показать все** в контекстном меню графического окна для активации данной фукнции.

Далее для обозначения прямоугольного фрагмента следует нажать левую кнопку мыши в поле графического окна и перемещать указатель, удерживая кнопку нажатой. После отпускания кнопки мыши изображение, входящее в прямоугольник выбора, будет увеличено на все графическое окно, и режим выбора фрагмента будет завершен.



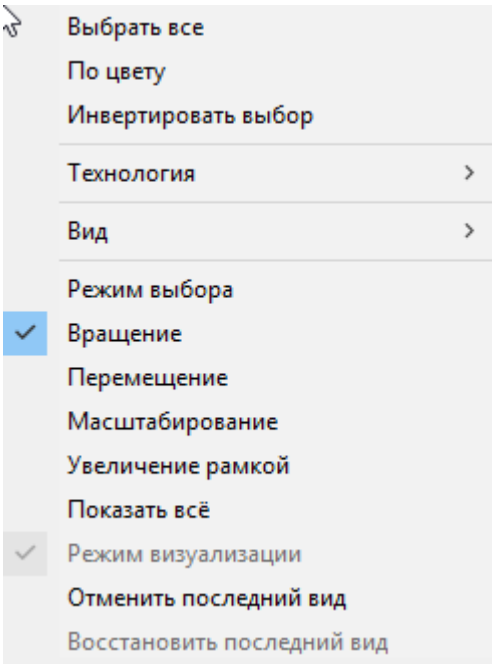
Кроме того, то же происходит, если нажать и удерживать кнопку [Alt] и пользоваться правой клавишей мыши, как описано выше, либо нажав и удерживая одновременно левую и правую клавиши мыши.

Сопутствующие ссылки:

Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

Динамическое изменение масштаба визуализации(see page 100)

3.2.2.4 Динамическая установка вектора взгляда



Для вращения объекта следует нажать правую кнопку мыши в поле графического окна и перемещать указатель мыши, удерживая кнопку нажатой. Либо включите **Вращение** в контекстном меню графического окна и используйте левую кнопку мыши, при этом графическое окно переходит в режим изменения вектора взгляда.

Перемещение мыши в горизонтальном направлении приводит к вращению объектов вокруг вертикальной оси. Перемещение мыши в вертикальном направлении приводит к вращению объектов вокруг горизонтальной оси.

Если при этом удерживать нажатой одну из клавиш [X], [Y] или [Z], то вращение объектов будет происходить вокруг соответствующих осей координат (X, Y или Z).

Нажмите и удерживайте [**Пробел**] во время вращения, чтобы зациклить и анимировать его. Выход из режима непрерывного вращения производится нажатием клавиши [**Esc**].

Выбор вектора взгляда также возможен с помощью панели <Стандартных векторов взгляда(see page 97)>.

Щелчок средней клавишей мыши (колесиком) в графическом окне осуществляет поворот от текущего вектора взгляда до ближайшего стандартного.

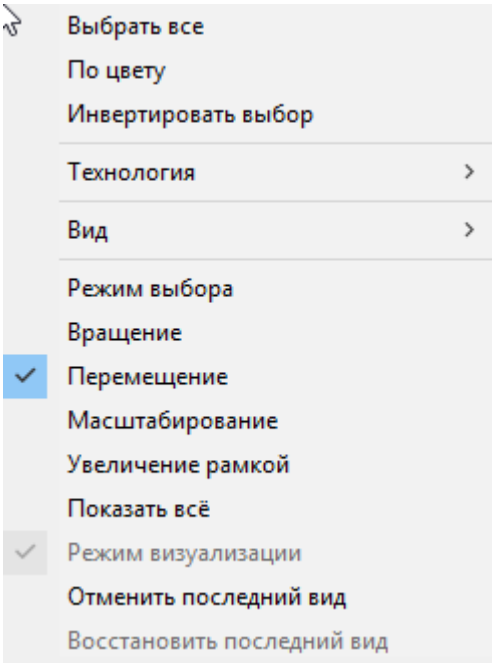
Программой поддерживается работа с различными 3D навигаторами, например SpaceNavigator.

Сопутствующие ссылки:

Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.2.2.5 Динамическое смещение изображения



Для смещения модели следует нажать среднюю кнопку мыши в поле графического окна и перемещать указатель, удерживая кнопку нажатой. Либо воспользоваться левой кнопкой мыши, если предварительно включить режим перемещения вида в контекстном меню графического окна.

Сопутствующие ссылки:

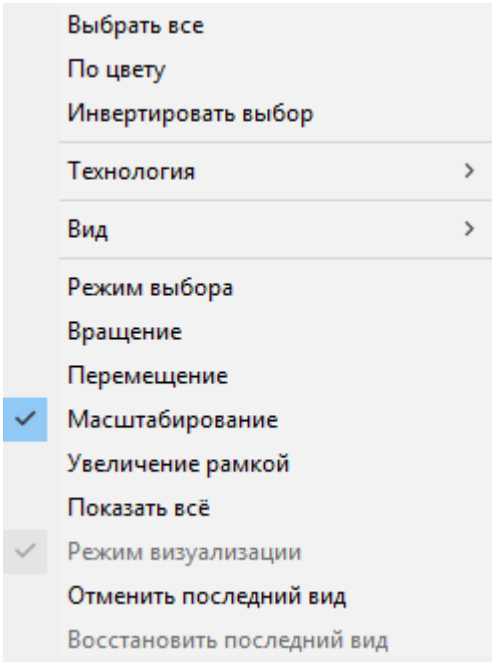
Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

3.2.2.6 Динамическое изменение масштаба визуализации

Вращайте колесик мыши для масштабирования вида.

Также можно использовать [**Ctrl**] + перемещение с нажатой **правой кнопкой мыши**.

Другой способ - активировать режим масштабирования в контекстном меню графического окна. Тогда для изменения масштаба необходимо нажать левую кнопку мыши в поле графического окна и перемещать указатель, удерживая кнопку нажатой. При движении указателя мыши вверх, изображение будет увеличиваться, при движении вниз уменьшаться. Перемещение мыши в горизонтальном направлении не приводит к изменению параметров графического вывода.



Сопутствующие ссылки:

Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

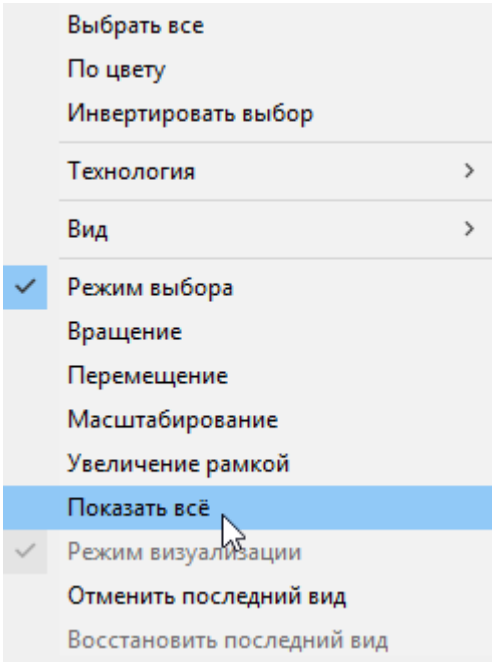
Выбор фрагмента для увеличения(see page 98)

3.2.2.7 Показать все

При нажатии на кнопку  система устанавливает такой масштаб визуализации, при котором все геометрические объекты попадут в графическое окно. Текущий режим графического окна изменен не будет. Функцию можно активировать двойным нажатием средней кнопки мыши в графическом окне, но дополнительно к этому произойдёт установка ближайшего предустановленного вектора взгляда(see page 97).

Также может быть использован пункт **Показать все** из контекстного меню графического окна.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



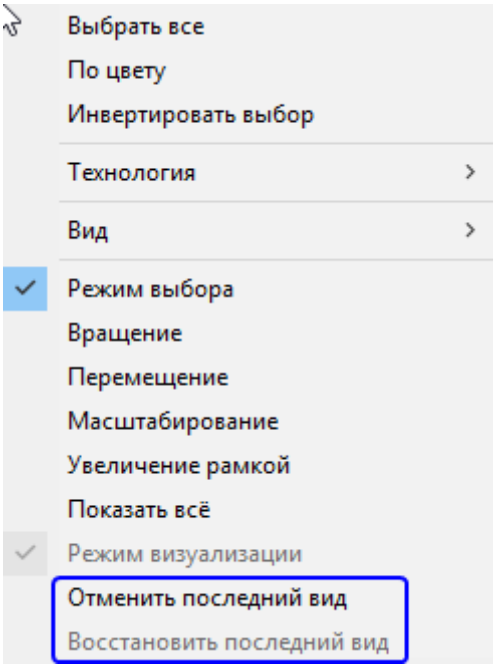
Сопутствующие ссылки:

Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

3.2.2.8 Отменить последний вид

Функция **Отменить последний вид** позволяет вернуть предыдущие параметры графического окна (масштаб, вектор визуализации и т.п.).

Используйте контекстное меню графического окна для ее активации.



Сопутствующие ссылки:

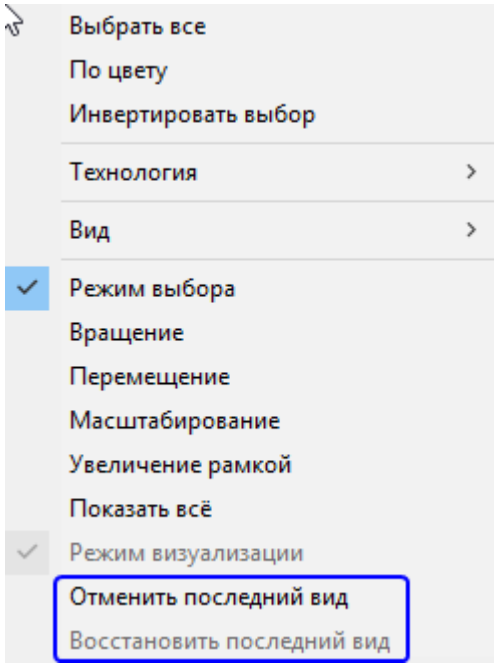
Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

Сохранить вид(see page 103)

3.2.2.9 Восстановить последний вид

Функция **Восстановить последний вид** позволяет отменить возврат к предыдущим параметрам графического окна (масштаб, вектор визуализации и т.п.).

Используйте контекстное меню графического окна для ее активации.



Сопутствующие ссылки:

Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

Восстановить вид(see page 102)

3.2.2.10 Плоскость сечения

Кнопка "Сечение"  включает (или отключает) специальный режим отображения внутренней структуры объекта. При включении создается бесконечная плоскость, на пересечении с которой штриховыми линиями обозначается отсечённая часть.

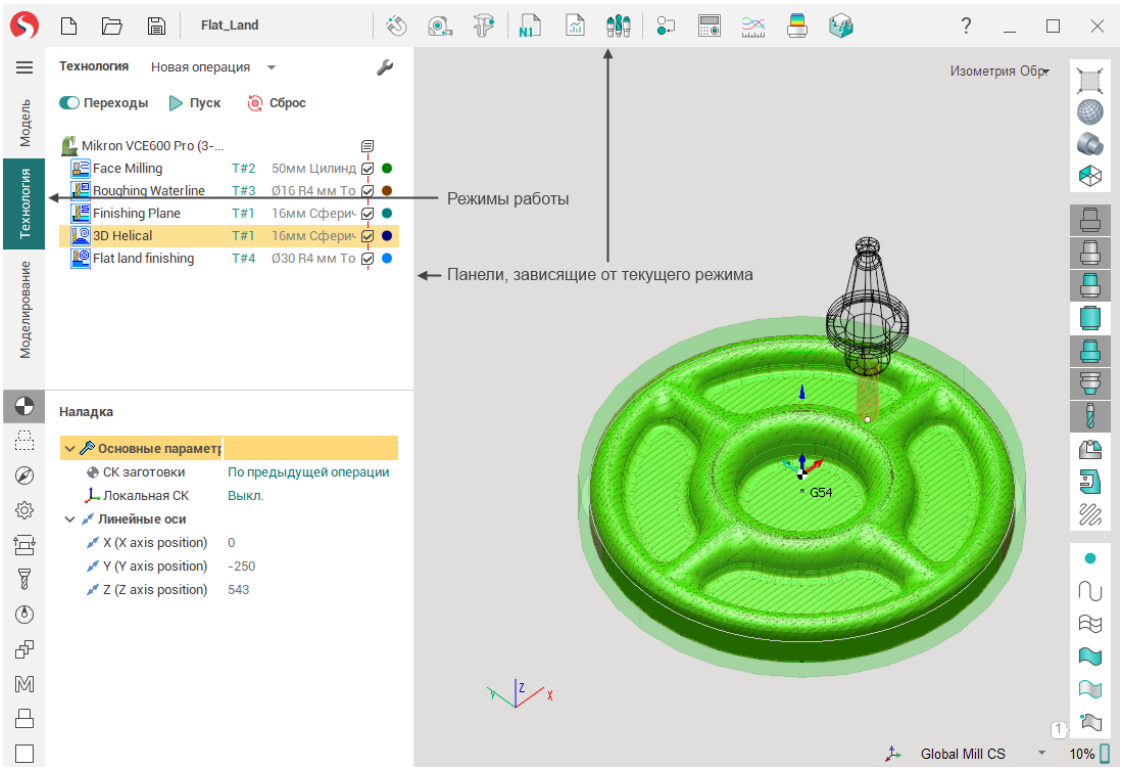
Если в качестве активного объекта выбрана плоскость сечения, то ее настройки будут доступны в левом верхнем углу сцены.

- Кнопки **[ZX, YZ, X Y, Vector view]** позволяют выбрать направление сечения вдоль базовой оси **[ZX] [YZ] [XY]** или вдоль вектора вида **[Vector view]**.
- В поле **[Offset]** отображается смещение плоскости сечения от начала координат. Вы можете изменить значение, либо указав его непосредственно в самом поле, либо переместив *ползунок*.

Также можно построить сечение по первой выбранной грани. Для этого необходимо выберите грань и нажмите на кнопку "Сечение".

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.2.3 Режимы работы



Для удобства интерфейс системы разделен на несколько режимов работы. Для переключения режимов используются закладки в главном окне. При изменении закладки меняется содержимое следующих панелей:

- Страница содержимого режима работы в левой части окна.
- Панель инструментов режима работы в середине самой верхней панели окна.

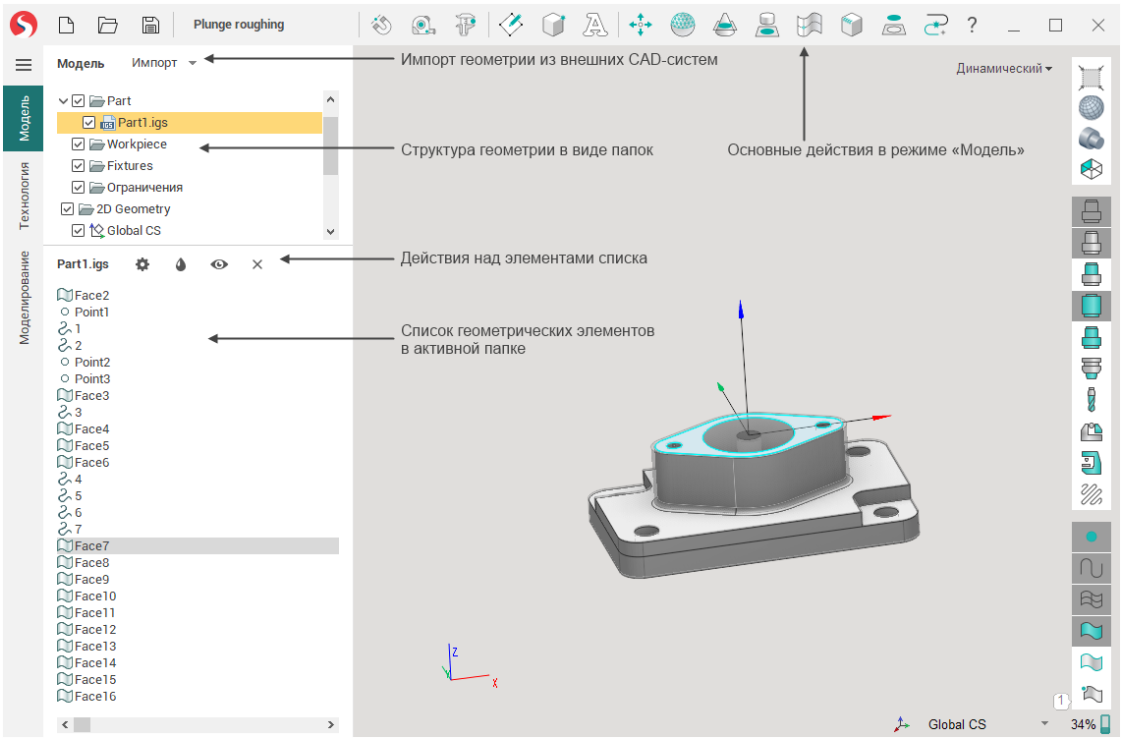
Это позволяет значительно уменьшить количество кнопок, одновременно отображающихся на экране, упростить интерфейс, расширить пространство для основной работы.

Последовательность расположения вкладок приблизительно соответствует порядку основных действий пользователя при работе над проектом, хотя зависимость не строгая.

Далее кратко описывается назначение и внешний вид окна для каждого из режимов работы.

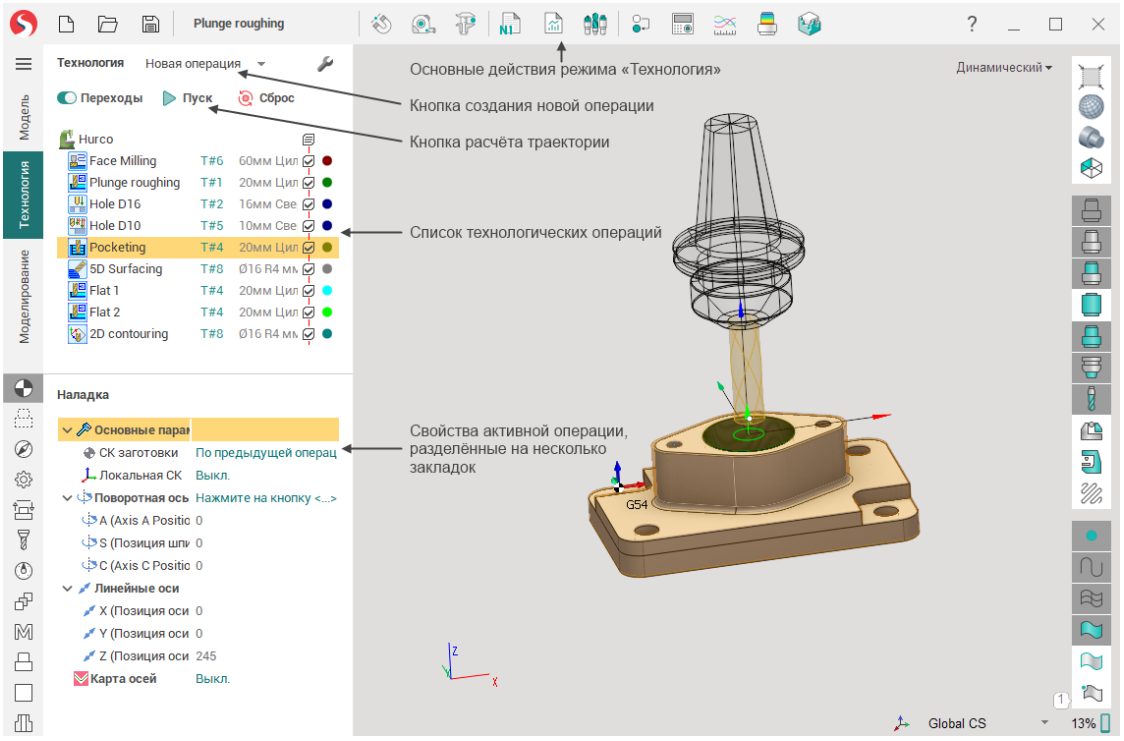
3.2.3.1 Модель

В режиме Модель(see page 173) производятся: импорт (see page 203)из файлов передачи геометрической информации (CAD), корректировка структуры геометрической модели(see page 173), пространственные преобразования(see page 242) объектов, генерация новых элементов (копирование(see page 238), рисование(see page 267), пересечение с плоскостью(see page 252), триангуляция (see page 249)и т.д.), а также управление визуальными свойствами(see page 242) объектов.



3.2.3.2 Технология

В режиме Технология (see page 405)формируется процесс обработки детали, который представляет собой последовательность технологических операций различных типов(see page 711), производятся настройка всех параметров технологических операций и расчет траектории инструмента(see page 418). После получения траектории она отображается на экране также как и предварительный результат обработки(see page 734). После отладки техпроцесса можно сгенерировать управляющую программу(see page 419) и отчет (РТК)(see page 421).

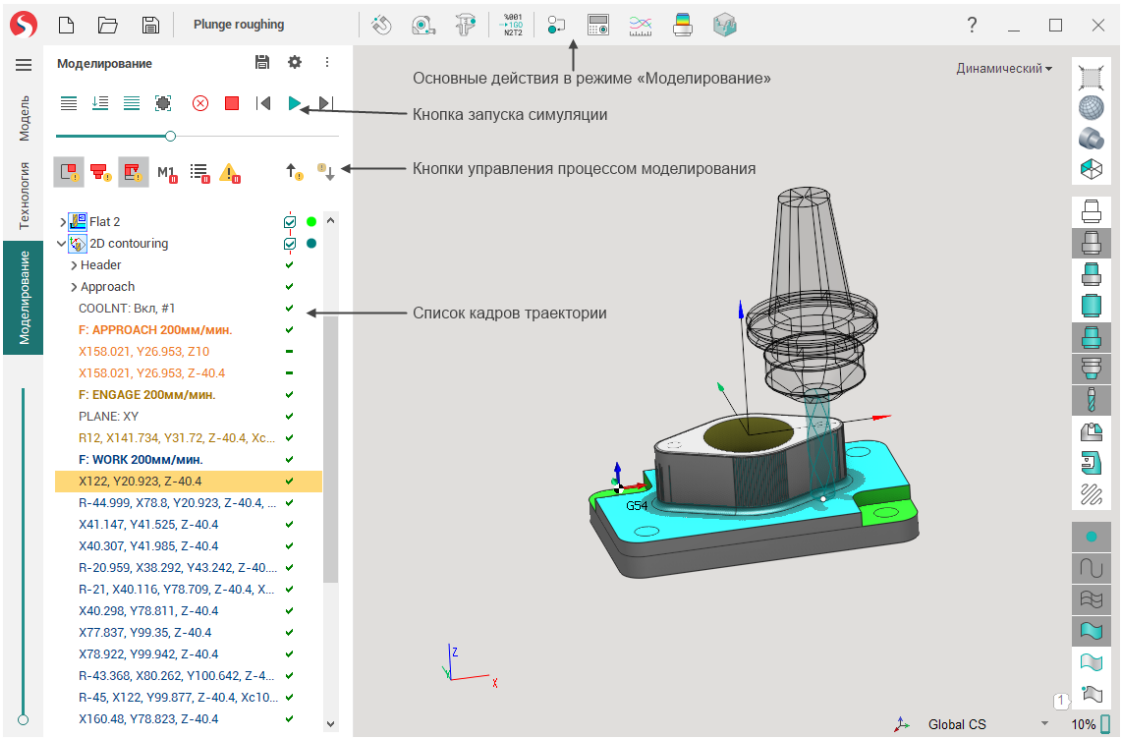


© 2025 ООО СПРУТ Технология

Структуру режима **Технология** вы можете изучить Узнать больше(see page 464)

3.2.3.3 Моделирование

В режиме Моделирование(see page 1599) пользователь имеет доступ к встроенной подсистеме моделирования обработки, которая позволяет динамически контролировать процесс удаления материала заготовки, столкновения с узлами станка, параметры визуализации и проверять траекторию по кадрам.



Имеется несколько кнопок, которые являются общими для режимов Технология и Моделирование.

-  Станочный пульт(see page 122) позволяет просматривать и изменять текущие координаты для всех осей станка / робота.
-  отображает изменения каждой из осей станка во времени в процессе прохождения траектории текущей операции в виде набора графиков. Это позволяет, например, выявлять нежелательные для станка участки траектории с дребезгом, который может привести к вибрациям.
-  позволяет отображать разницу между исходной деталью и результатом обработки в форме цветовой схемы, где каждый цвет ассоциирован с определенным диапазоном отклонения между сравниваемыми элементами.
-  помогает увидеть зоны на детали, в которых оправка инструмента не сталкивается с ней, а также определить наилучший угол наклона инструмента для обработки.

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

3.2.4 Фильтр выбора объектов

Панель инструментов фильтра выбора объектов расположена в правой части главного окна.

При выборе множества объектов с экрана бывает полезно ограничить возможность выбора объектов в зависимости от их типа(see page 174) (точка, кривая, сеточный объект, поверхность). Это можно сделать нажатием соответствующих кнопок на панели инструментов. Если кнопка нажата, то выбор объектов соответствующего типа разрешен, отжата – запрещен.

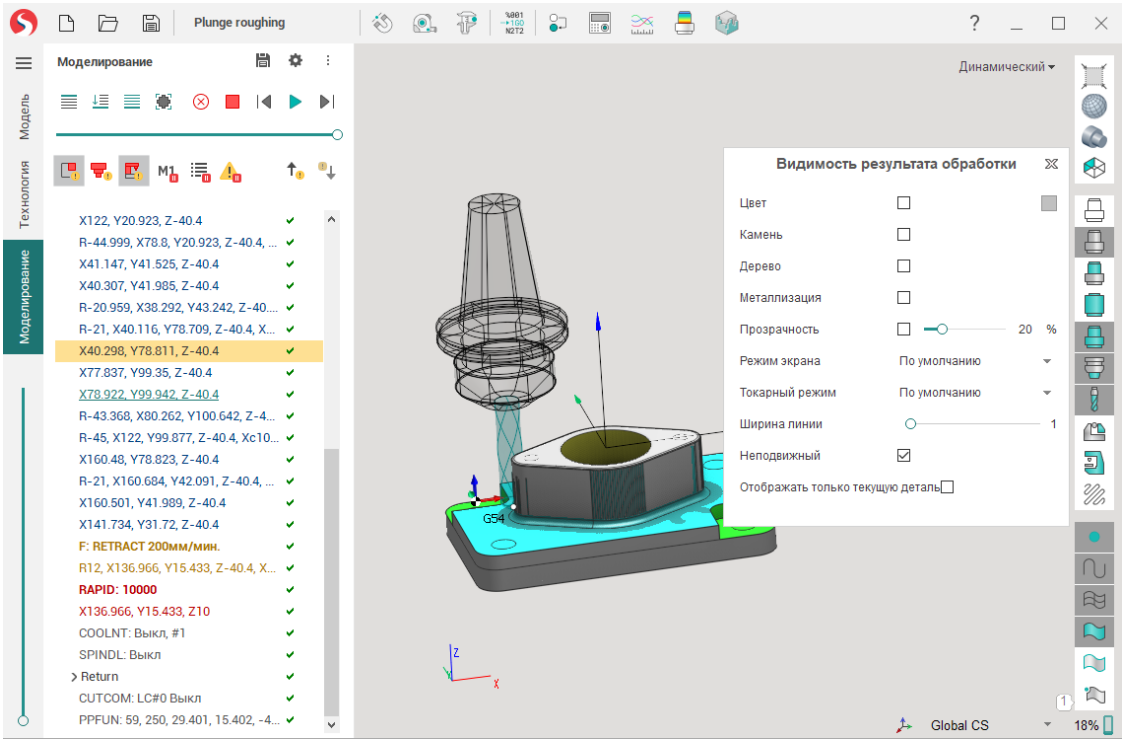
-  – Разрешить/запретить выбор точек.
-  – Разрешить/запретить выбор кривых.
-  – Разрешить/запретить выбор сеточных объектов.
-  – Разрешить/запретить выбор поверхностей.
-  – Разрешить/запретить выбор рёбер поверхностей.
-  – Разрешить/запретить выбор вершин объектов.

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.2.5 Панель управления видимостью объектов



Назначение панели видимости – управление видимостью и параметрами отображения объектов CAM системы в различных режимах работы приложения (Модель, Технология, Моделирование).

Панель содержит кнопки для следующих типов объектов:

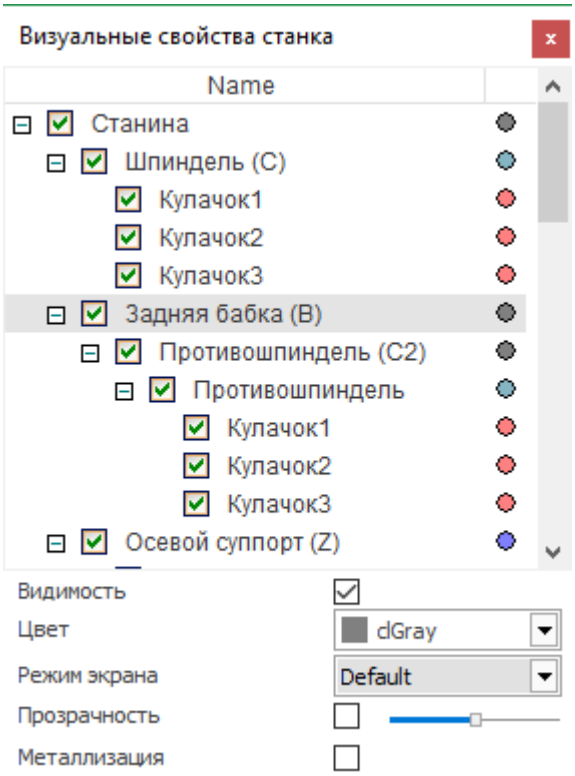
- Геометрической модели(see page 173)
- Детали(see page 730)
- (see page 499)
- Заготовки(see page 732)
- Результата обработки(see page 734)
- Державки
- Инструмента(see page 735)
- Оснастки(see page 694)
- Станка
- Траектории

Нажатие на кнопки включает или выключает отображение соответствующего объекта, нажатие правой кнопкой мыши на ней вызывает контекстное меню, через которое осуществляется управление визуальными свойствами объекта.

Из контекстного меню доступны следующие команды (состав пунктов меняется в зависимости от типа кнопки):

- Цвет – параметр определяет, как рисовать объект: одним выбранным цветом или разными цветами (например, с учётом следа инструмента при моделировании обработки). Щелкните на цветной квадрат для выбора нужного цвета.
- Прозрачность – если пункт отмечен, то соответствующий объект рисуется прозрачным, при этом степень прозрачности объекта задается движком рядом с галочкой.
- Металлизация – включает механизм визуализации поверхностей с металлическим отблеском.
- Дерево – накладывает на поверхности текстуру дерева.
- Режим экрана – переключение режимов отображения объекта (тонированный, проволочный, тонированный с рёбрами, по умолчанию). Выбор пункта По умолчанию указывает на то, что объект должен рисоваться в соответствии с режимом, выставленным с помощью кнопки  на панели управления визуализацией.
- Режим тел вращения – переключение способов отображения тел вращения (3D, 3/4, 1/2, 2D, по умолчанию). Выбор пункта По умолчанию указывает на то, что объект должен рисоваться в соответствии с режимом, выставленным с помощью кнопки  на панели управления визуализацией.
- Толщина линии – определяет толщину линий при отрисовке ребер и линий объектов.
- Проказать точки – только для траектории. Включает отображение точек в конце каждого кадра траектории.
- Управление станком(see page 125) – только для кнопки **Станок**. Разрешает интерактивное управления узлами станка и изменение их параметров визуализации.
- Свойства узлов станка – открывает диалог управления визуальными свойствами станка, в котором можно изменить способ отображения для каждого отдельного узла станка.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Не все объекты CAM системы поддерживают полный набор визуальных свойств. Так, например, для траектории не имеют силу такие параметры, как режим отображения, металлический блеск и другие.

Параметры и набор отображаемых объектов задаются индивидуально для каждого режима работы(see page 104) CAM системы. В режиме Моделирование кнопка Результат обработки управляет видимостью заготовки, подвергаемой обработке, во всех остальных режимах – видимостью результата обработки выбранной операции или всего технологического процесса, если ни одна операция не выбрана.

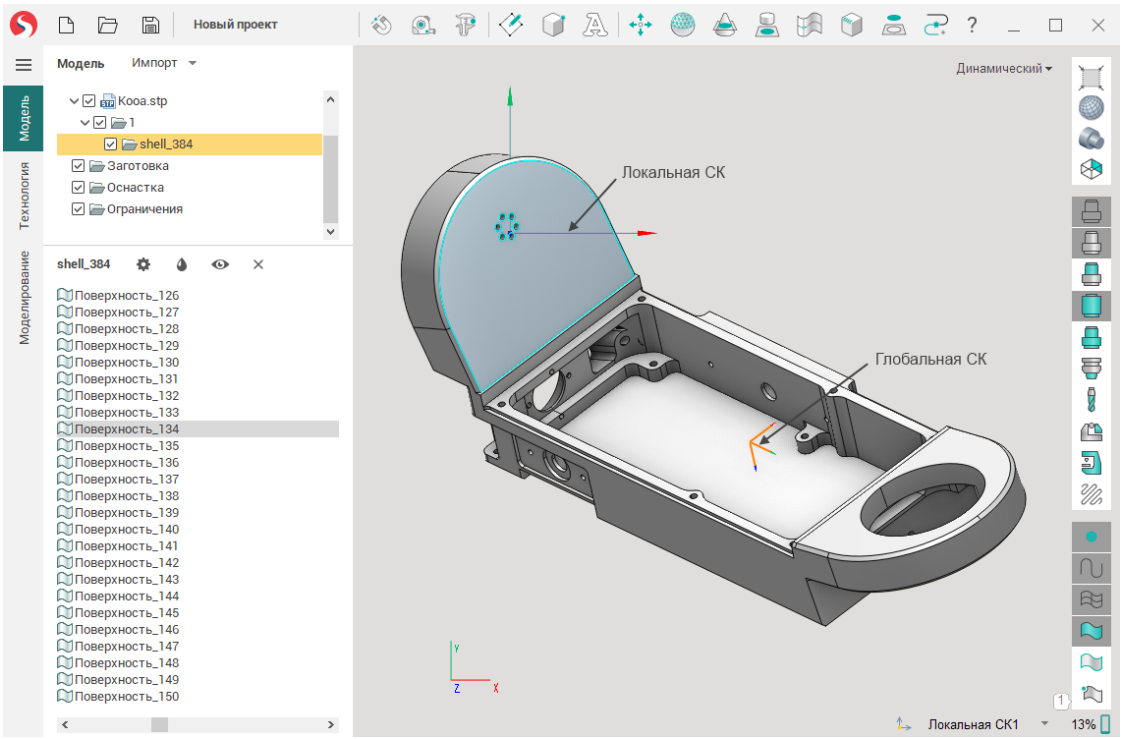
Настройки объектов сохраняются в файле настроек CAM системы и загружаются из него при каждом запуске.

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

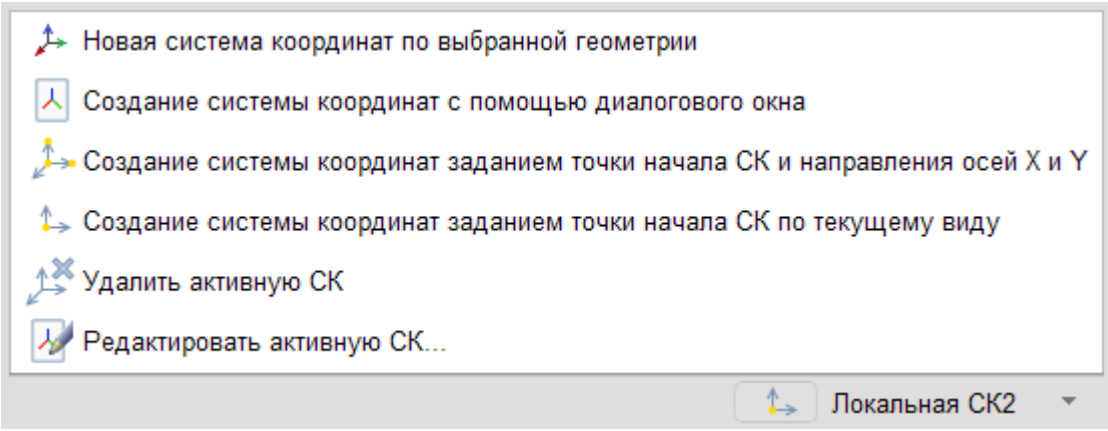
3.2.6 Геометрические системы координат

Для удобства проектирования технологического процесса можно создать произвольное количество локальных геометрических систем координат (СК).



Они могут быть полезны при работе с геометрией, например, при рисовании эскиза(see page 267) в произвольной плоскости или просмотр размеров объекта(see page 83); при задании параметров операции (СК заготовки(see page 485), Локальная СК(see page 488), ось вращения, Плоскость размножения траектории(see page 664)) и т.п.

Панель управления системами координат расположена в нижнем правом углу главного окна.



Существует понятие Активная система координат. Только одна СК может быть активной в каждый момент времени, именно ее имя отображается на панели. Некоторые функции системы работают с учетом активной СК, например, свойства геометрических объектов(see page 238) показываются в этой СК; плоскость для нового эскиза инициализируется по активной СК.

Для изменения активной СК щелкните на имя СК на панели и выберите нужную СК из появившегося списка.

Кнопка рядом с именем СК имеет выпадающее меню, в котором скомпонованы все действия, которые могут быть выполнены с системами координат.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

-  Создание СК с помощью диалогового окна...(see page 112) Открывает окно в котором вы можете напрямую задать параметры новой СК. Если в момент нажатия выбран какой-нибудь геометрический элемент, то окно не показывается, а вместо этого запускается процедура Умного создания СК(see page 114).
-  Создание СК заданием точки начала и осей X, Y(see page 119). Новая СК задается интерактивно в графическом окне путем указания точки начала и направления осей X и Y.
-  Создание СК заданием точки начала по текущему виду(see page 120). Новая СК задается интерактивно в графическом окне путем указания точки начала и текущему вектору взгляда.
-  **Удалить активную СК**. Удаляет активную СК, все вложенные СК поднимаются на уровень вверх. Глобальная СК не может быть удалена.
-  **Редактировать активную СК**(see page 122). Открывает окно свойств активной СК.

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

Создание системы координат при помощи диалогового окна(see page 112)

Интеллектуальное создание систем координат(see page 114)

Интерактивное создание системы координат по начальной точке и двум направляющим векторам(see page 119)

Интерактивное создание системы координат по текущей плоскости визуализации(see page 120)

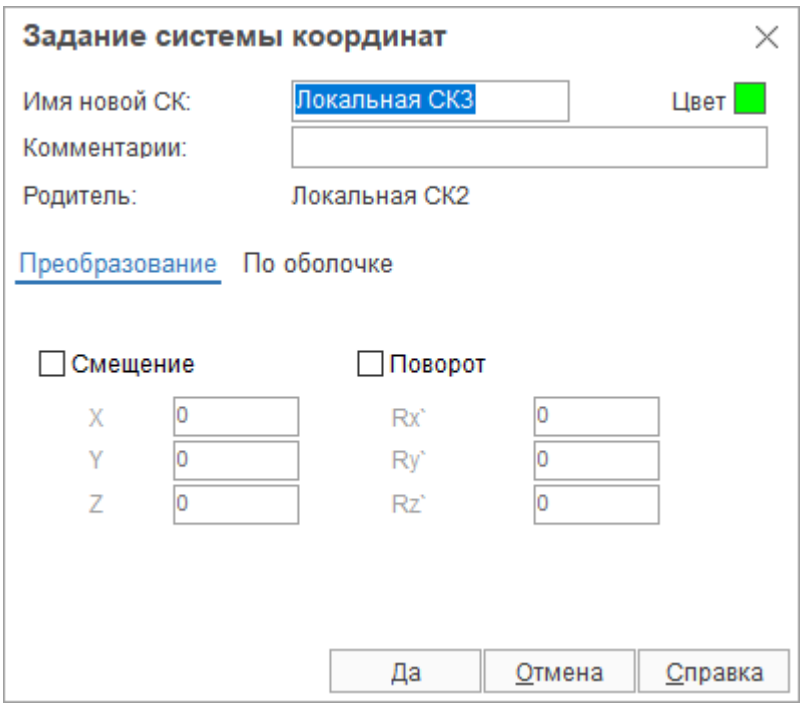
Изменение параметров существующей системы координат(see page 122)

Система координат G54 - G59(see page 485)

Локальная система координат операции(see page 488)

3.2.6.1 Создание системы координат при помощи диалогового окна

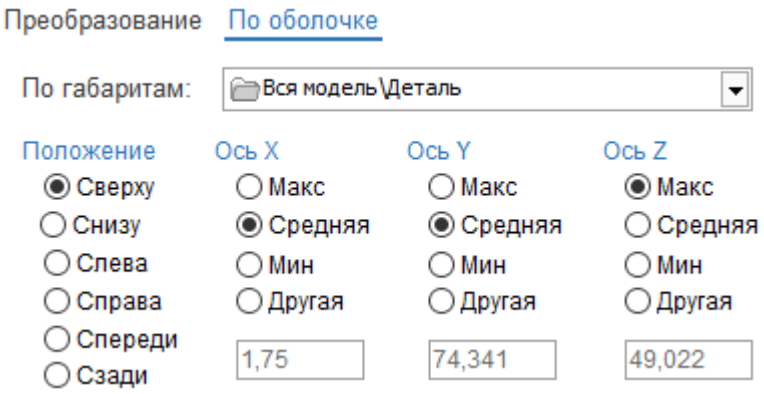
Окно создания системы координат открывается при выборе пункта меню  на панели систем координат(see page 110). Если в момент нажатия выбран какой-нибудь геометрический элемент, то окно не показывается, а вместо этого запускается процедура Умного создания СК(see page 114).



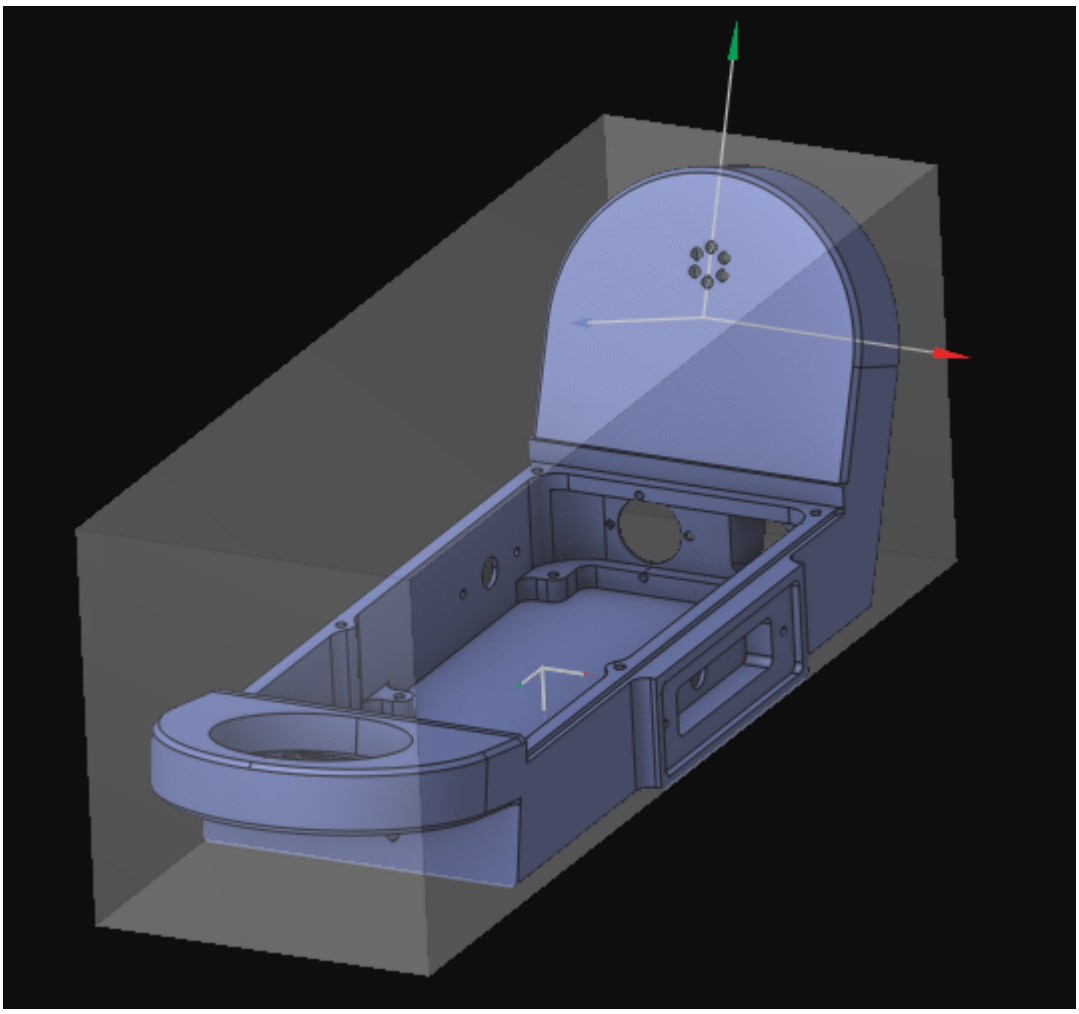
В окне задаются <Имя новой СК>, её <Цвет> и <Комментарии>.

Для определения расположения системы координат существует два способа задания:

- <Преобразование> – все преобразования производятся относительно активной системы координат. Вновь создаваемая система может быть смещена и повернута относительно осей X, Y, Z родительской системы координат.
- <По оболочке> – новая система координат задаётся по габаритам выбранной группы(see page 175). Необходимо выбрать <Положение> системы координат и задать точку её начала. Координаты точки по соответствующим осям могут быть выбраны как <Максимальная>, <Средняя> и <Минимальная> относительно оболочки группы, либо в абсолютных координатах (<Другая>).



© 2025 ООО СПРУТ Технология



Все изменения сразу же отображаются в графическом окне(see page 94) системы.

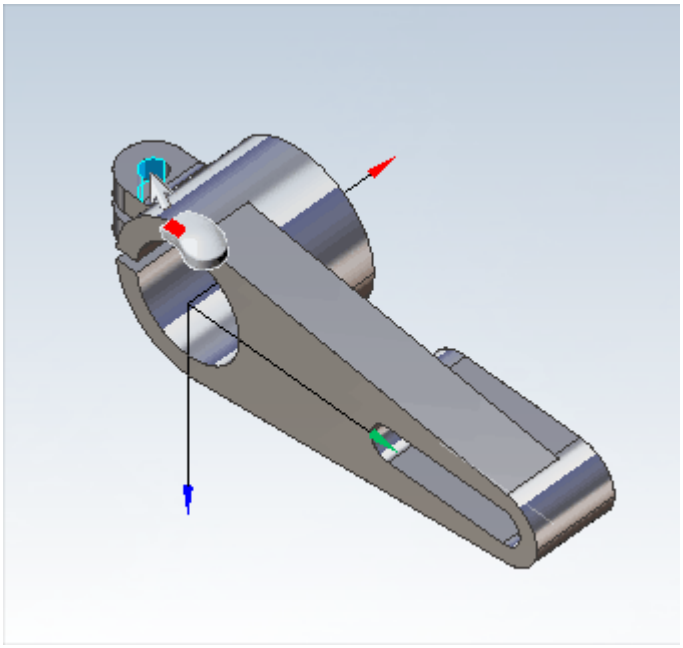
Сопутствующие ссылки:

Системы координат(see page 110)

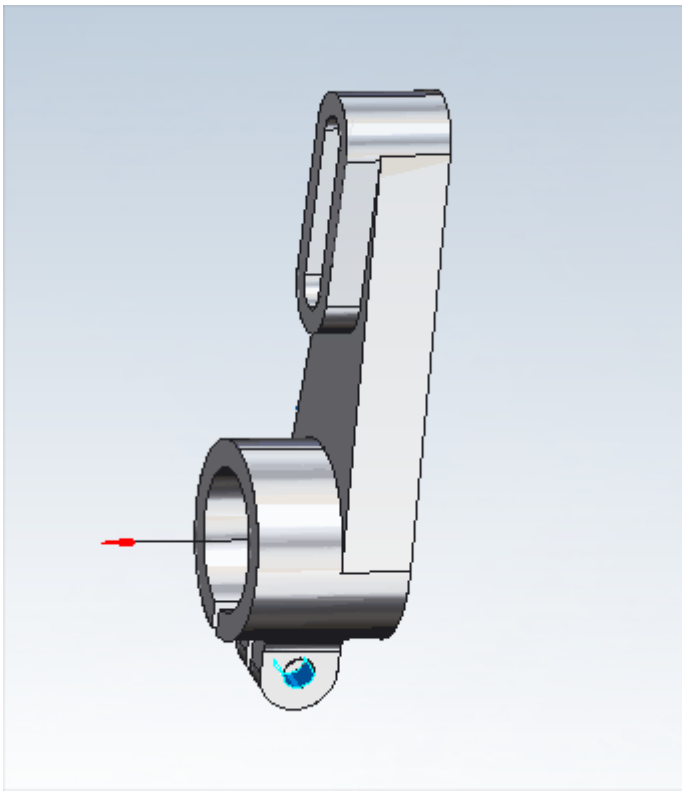
3.2.6.2 Интеллектуальное создание систем координат

Имеется возможность создавать новую систему координат всего двумя щелчками мыши.

1. В начале необходимо выбрать в графическом окне(see page 94) геометрический объект, который будет определять положение новой системы координат. Вы можете выбрать любой объект, имеющий начало координат, либо ось, либо и то, и другое. Например, дуга окружности, отрезок, поверхность вращения, плоскость, определяют и начало координат и ось. Точка определяет только начало координат, тогда как вершина твердотельной модели определяет и начало координат, и ось Z, определяемую по соседней поверхности, а также направление оси X, определяемое по соседнему ребру. Прямолинейное ребро твердотельной модели определяет начало координат, которое располагается в середине ребра, направление оси Z определяемое по соседней поверхности и направление оси X определяемое самим ребром.



2. Поскольку ни один геометрический объект не определяет однозначно локальную систему координат, CAM система должна каким-то образом выбрать недостающие параметры, например направление оси Z или X создаваемой системы координат. Вы можете подсказать системе необходимое решение. Для этого нужно просто с помощью мыши установить направление взгляда примерно соответствующее предполагаемому положению новой системы координат.

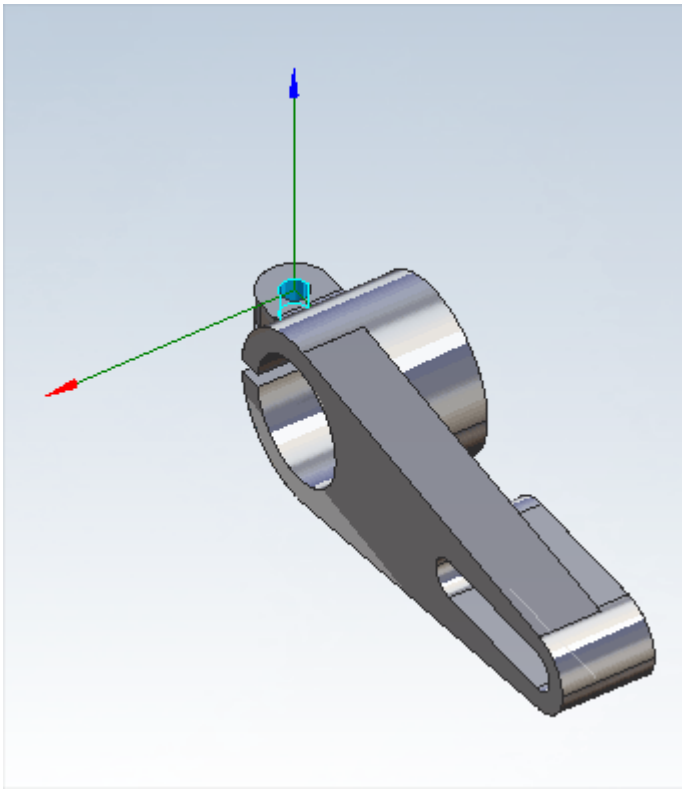


3. И последний шаг – просто выберите пункт

 в выпадающем меню панели систем координат(see page 110)

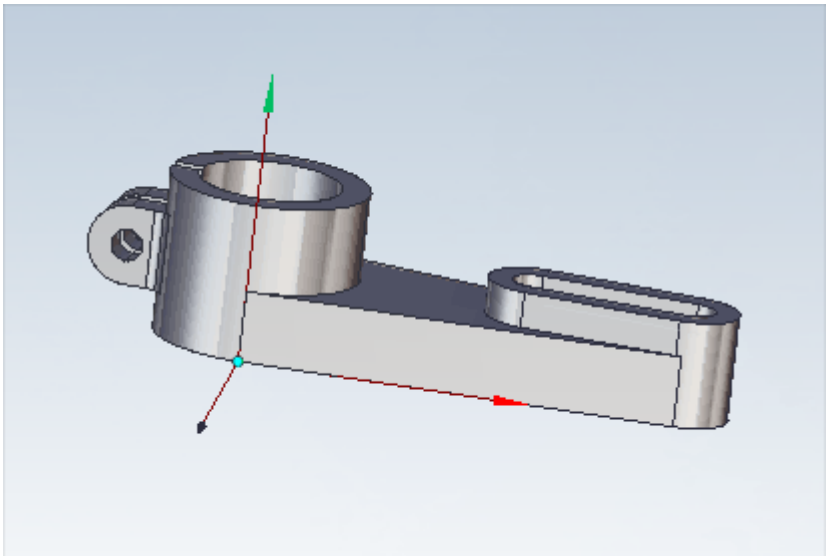
.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

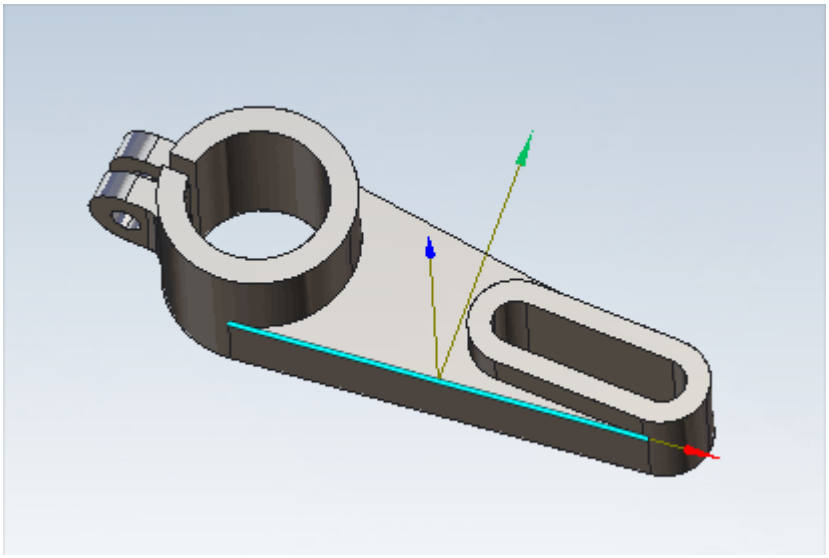


Примеры интеллектуального создания локальной системы координат.

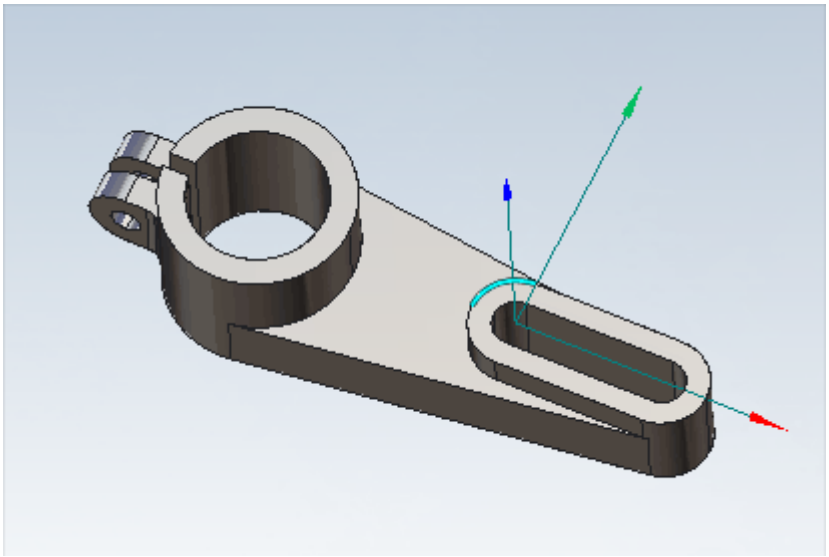
- Локальная система координат по вершине твердого тела:



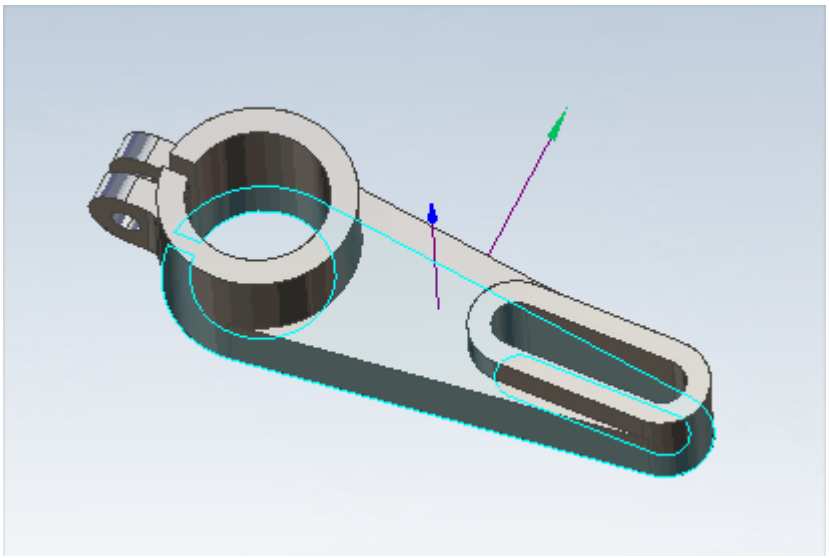
- Локальная система координат по плоской грани твердого тела:



- Локальная система координат по дуге окружности твердого тела:

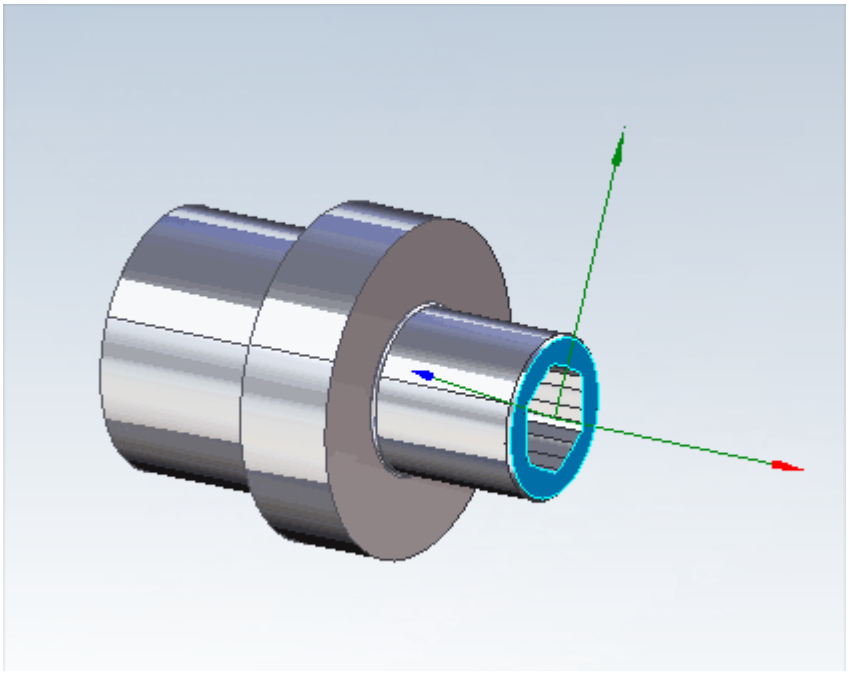


- Локальная система координат в центре плоской поверхности с инвертированием направления оси Z:

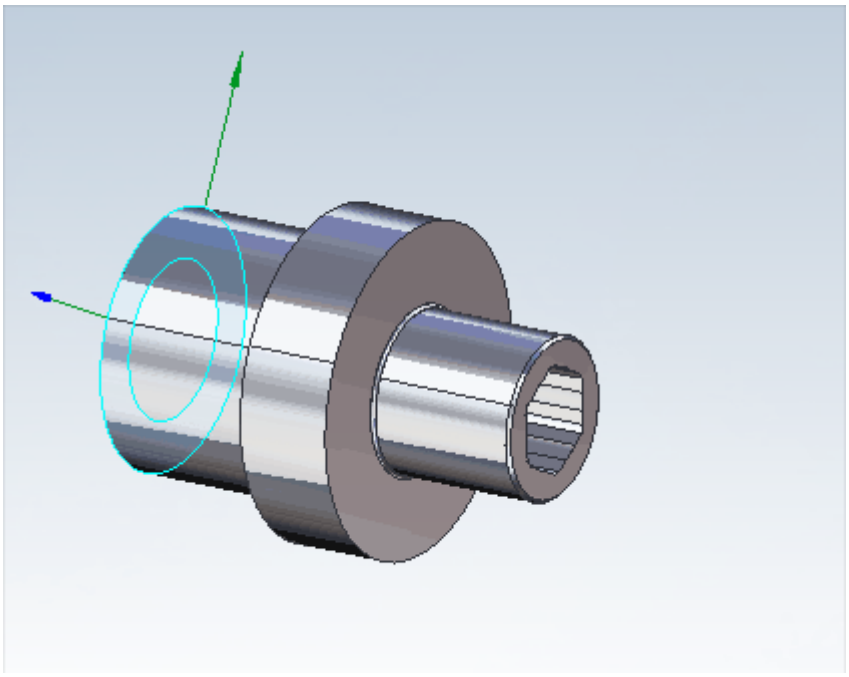


© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Система координат XOY с началом в средней точке плоской поверхности:



- Система координат XOY с началом в средней точке плоской поверхности и инвертированным направлением оси X:



Сопутствующие ссылки:

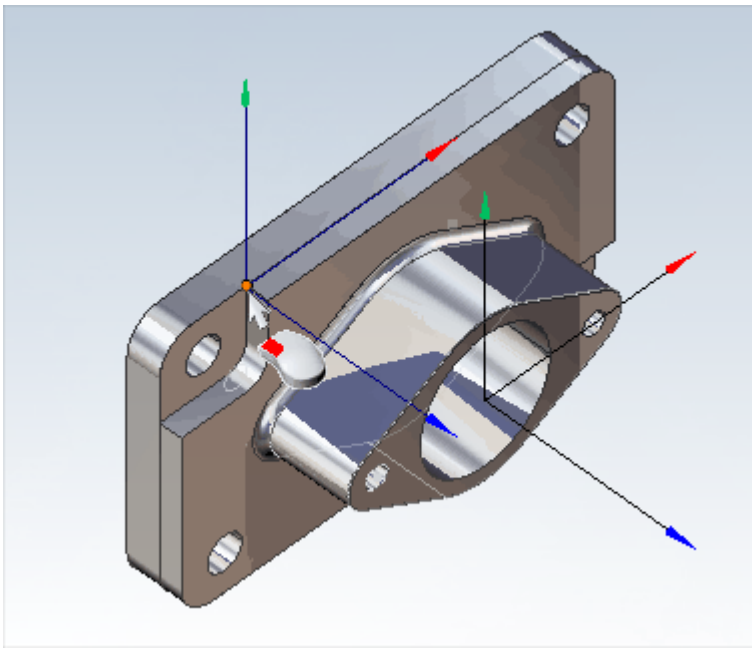
Системы координат(see page 110)

3.2.6.3 Интерактивное создание системы координат по начальной точке и двум направляющим векторам

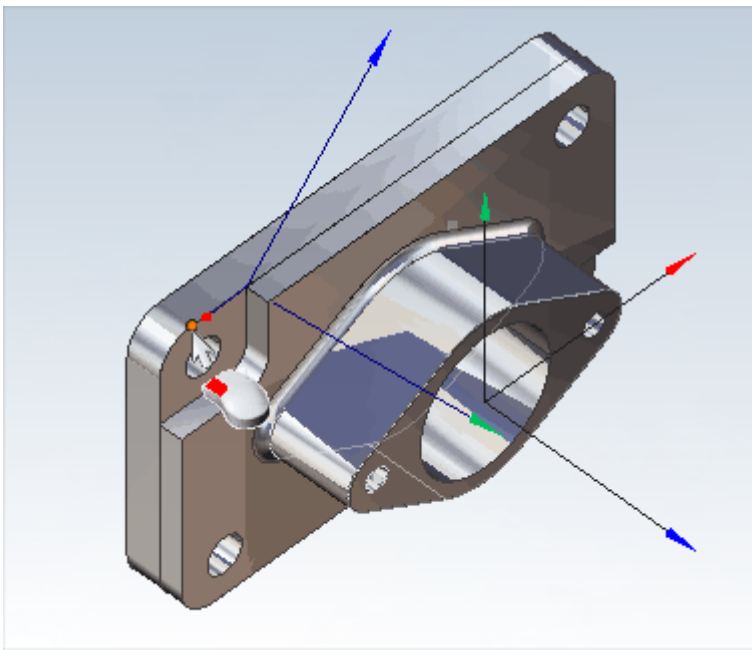
Создание новой системы координат инициируется выбором пункта выпадающего меню

 на панели систем координат(see page 110).

Система координат задается точкой начала координат и двумя направляющими векторами X и Y. При создании системы координат сначала необходимо задать точку начала координат. Для этого следует указать в графическом окне(see page 94) точку. Если она может быть использована в качестве начала системы координат, то она будет подсвечена. Выбор подтверждается щелчком на ней левой клавишей мыши:

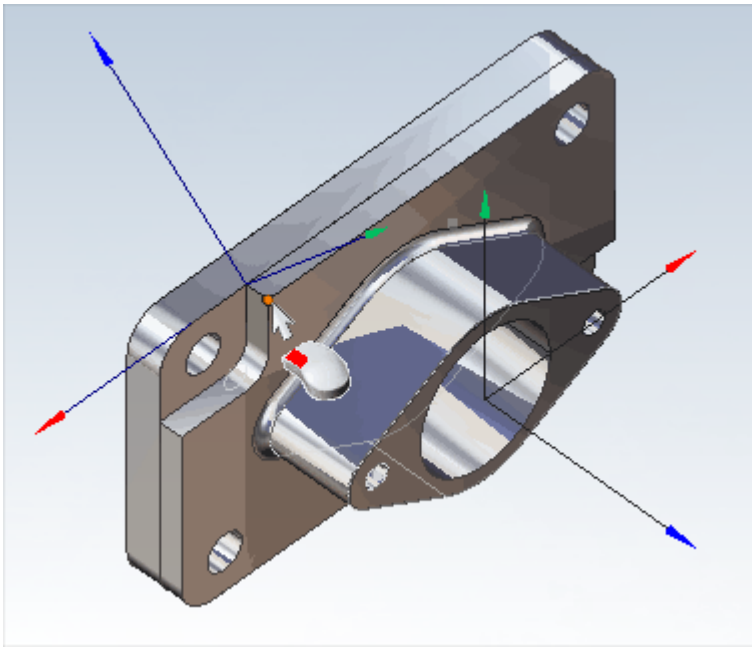


После чего так же указывается точка, определяющая направление оси X:

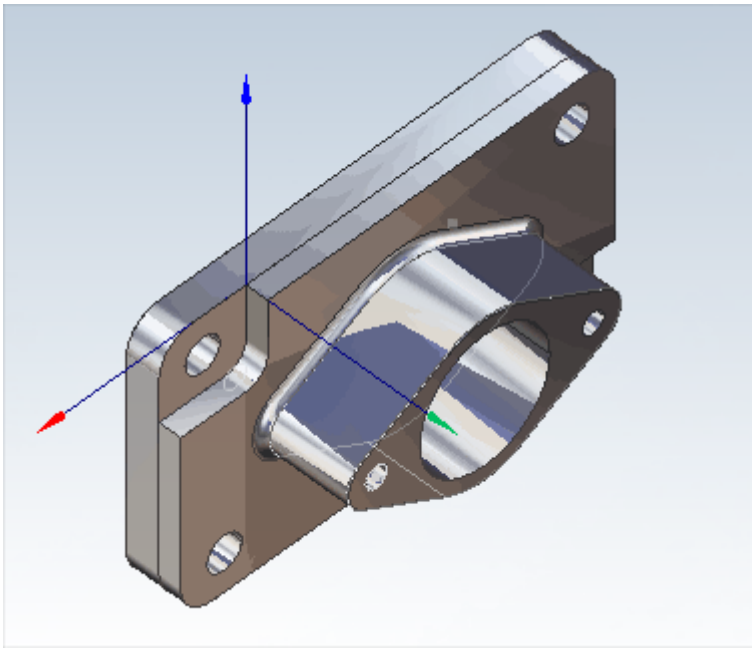


Далее аналогичным способом задается направление оси Y:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Вновь созданная система координат устанавливается в качестве активной:



В дальнейшем можно изменить(see page 122) имя созданной системы координат, её цвет и положение точки начала.

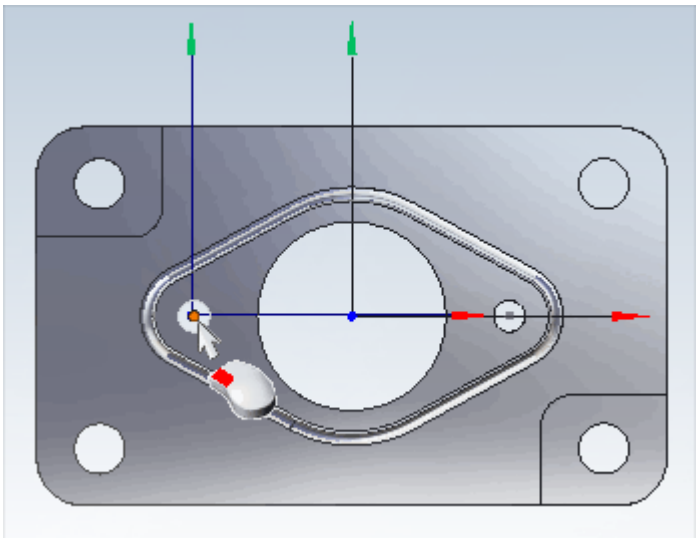
Сопутствующие ссылки:

Системы координат(see page 110)

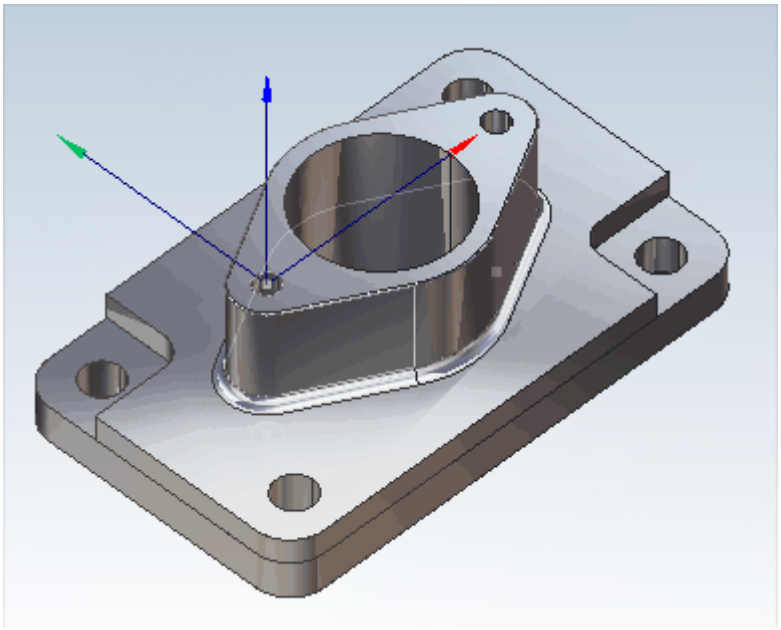
3.2.6.4 Интерактивное создание системы координат по текущей плоскости визуализации

Создание новой системы координат инициируется выбором пункта выпадающего меню  на панели систем координат(see page 110).

При создании новой системы координат сначала следует динамически установить требуемое положение вектора взгляда(see page 99), либо воспользоваться одним из стандартных векторов взгляда(see page 97). Затем необходимо задать точку начала координат, указав в графическом окне(see page 94) точку. Если она может быть использована в качестве начала СК, то она будет подсвечена. Выбор подтверждается щелчком на ней левой клавишей мыши:



После чего вновь созданная система координат устанавливается в качестве активной:



В дальнейшем можно изменить(see page 122) имя созданной системы координат, её цвет и положение точки начала.

Сопутствующие ссылки:

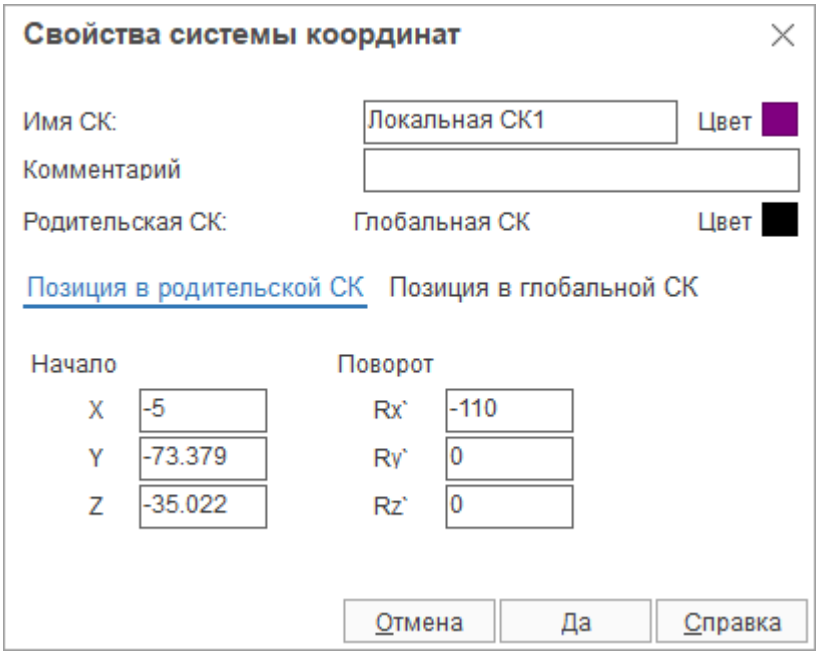
Системы координат(see page 110)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.2.6.5 Изменение параметров существующей системы координат

Для открытия окна свойств системы координат следует воспользоваться пунктом выпадающего меню  **Редактировать активную СК** на панели систем координат(see page 110).

Окно свойств системы координат представлено на рисунке:



В этом окне может быть изменено <Имя> системы координат, ее <Цвет> и <Комментарий> к ней.

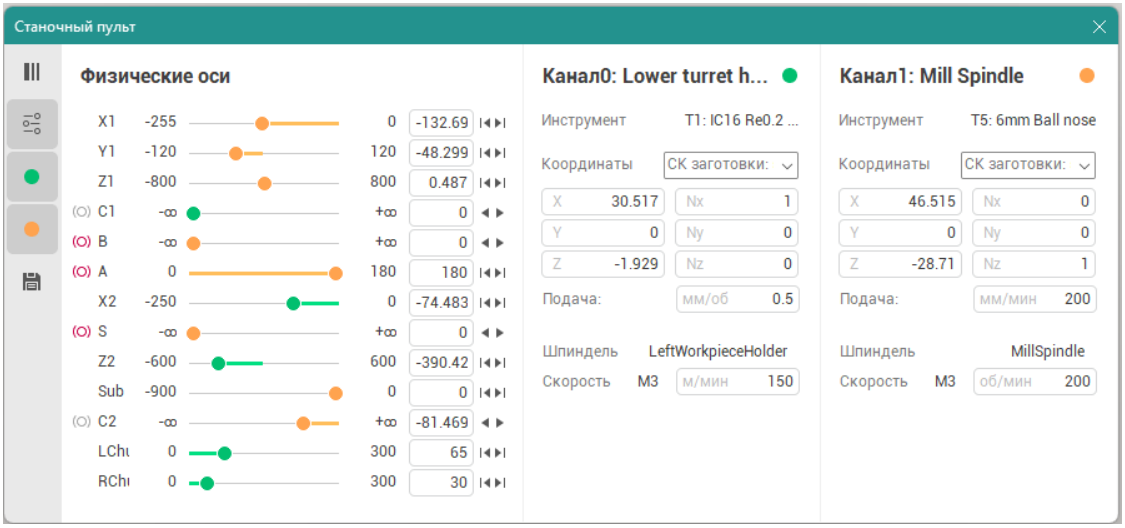
Для смещения точки начала координат или поворота текущей системы координат следует ввести величину смещения/поворота по осям <X>, <Y>, <Z>. Преобразование выполняется относительно <Родительской>, либо <Глобальной> системы координат в зависимости от выбранной вкладки.

Сопутствующие ссылки:

Системы координат(see page 110)

3.2.7 Управление положением осей станка

Окно управления положением осей станка/робота **Станочный пульт** позволяет наблюдать и изменять текущие значения всех координат станка (робота). Включить видимость данного окна можно при помощи кнопки  на главной панели инструментов. Его использование удобно при анализе траектории перемещений инструмента в режиме моделирования, при построении ручных подходов-отходов, при определении начального положения станка для расчета технологической операции.



Визуально окно разделено на несколько областей. Количество панелей и их содержимое может изменяться в зависимости от настроек конкретной схемы станка. Панель инструментов слева либо сверху окна управляет видимостью данных панелей.

 - Переключатель **Горизонтальное/вертикальное расположение** переключает общий макет окна, располагая панели в указанном порядке.

 - Кнопка переключения видимости панели **Физические оси**.

 - Кнопка **Видимость панели канала** показывает либо скрывает отдельную панель, отображающую информацию о конкретном канале управления станка. Таких кнопок может быть несколько в зависимости от количества каналов в конкретном станке. Цвет иконки на кнопке показывает уникальный цвет, ассоциированный с данным каналом. Вся остальная информация в этом окне будет отображаться указанным цветом, если она относится к данному каналу.

 - Кнопка видимости панели **Состояние** показывает либо скрывает список сохраненных состояний станка.

Панель канала отображает следующую информацию.

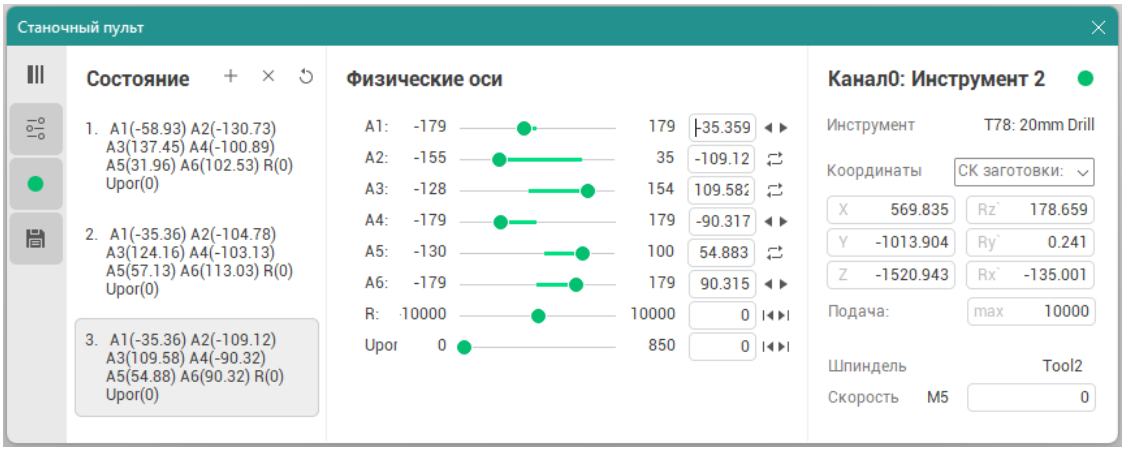
- Цвет, индекс и имя канала.
- Номер и имя активного инструмента канала.
- Выпадающий список активной СК заготовки где вы также можете выбрать дополнительные системы координат для показа координат инструмента.
- Координаты настроечной точки инструмента и углы ориентации, вектор или кватернион в выбранной СК. Тип выводимых углов ориентации может меняться в зависимости от настроек схемы станка.
- Значение и единицы измерения текущей подачи (тип подачи, например, мм/мин, мм/об или "max" для ускоренной подачи).
- Имя текущего шпинделя.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Текущая скорость шпинделя, направление вращения (M3, M4, M5) и режим вращения (единицы измерения, например, об/мин для RPM или м/мин для CSS).

Панель **Физические оси** содержит список линейных, поворотных и вспомогательных осей, которые определены в схеме станка. Для каждой из осей отображается следующая информация.

- Имя оси.
- Текущее значение физической оси, которое не зависит от текущей СК заготовки, а зависит только от того как данная ось определена в схеме станка ее создателем. Оно может быть красным, если ось выходит за пределы допустимых значений.
- Минимальный и максимальный пределы оси.
- Состояние тормоза оси станка, если у нее имеется тормоз.
  - (O) - тормоз выключен.
  - (O) - тормоз включен.
- Кнопка для быстрого изменения значения оси. Тип кнопки зависит от свойств конкретной оси.
  - - возвращает ось в домашнюю позицию.
  - - перемещает ось в минимальное положение.
  - - перемещает ось в максимальное положение.
  - - вычитает один период для поворотной периодической оси, если это не выходит за пределы допустимых значений.
  - - прибавляет один период для поворотной периодической оси, если это не выходит за пределы допустимых значений.
  - - переключает связанные оси станка на альтернативное решение, если станок может обеспечить одинаковое взаимное расположение инструмента и заготовки несколькими разными способами.



Панель **С**остояние отображает список запомненных состояний станка и несколько кнопок управления элементами этого списка. Кнопки имеют следующее назначение.

- + - Добавляет текущее состояние станка в список.

- ✕
  - Удаляет выделенное состояние из списка.
- ↺
  - Удаляет все состояния из списка.

Для перевода станка в одно из запомненных состояний достаточно сделать двойной щелчок мыши по нужному состоянию в списке. Использование функции запоминания состояний удобно при ручном построении сложных переходов(see page 1432) между операциями на станках со сложной конфигурацией осей (например на 6-осевых роботах).

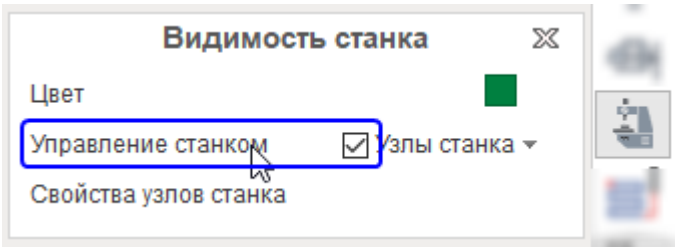
Сопутствующие ссылки:

Формирование переходов(see page 1432)

Главное окно системы(see page 75)

3.2.7.1 Интерактивное управления станком

Система предоставляет возможность интерактивного управления станком и изменения параметров визуализации узлов станка. Для включения и выключения данного режима следует воспользоваться специальным пунктом меню во всплывающем окне кнопки управления видимостью станка:



При включенном режиме узлы станка, находящиеся под курсором, будут подсвечены. Для поворотных осей пунктирной линией отобразится ось вращения. При клике по узлу станка левой кнопкой мыши отобразится окно параметров узла станка:



где:

1 - Название узла станка;

2 - Текущее положение узла станка. Можно ввести требуемое значение, либо воспользоваться колёсиком мыши для установки значения. Данное поле отображается только для подвижных узлов;

3 - Цвет узла станка. При клике отобразится диалог выбора цвета;

4 - Видимость узла станка. Невидимые узлы станка не отображаются и не могут быть выбраны в обычном режиме визуализации;

5 - Переключение в режим отображения невидимых узлов станка. Этот специальный режим отображения может быть полезен для изменения параметров невидимых узлов станка;

© 2025 ООО СПРУТ Технология

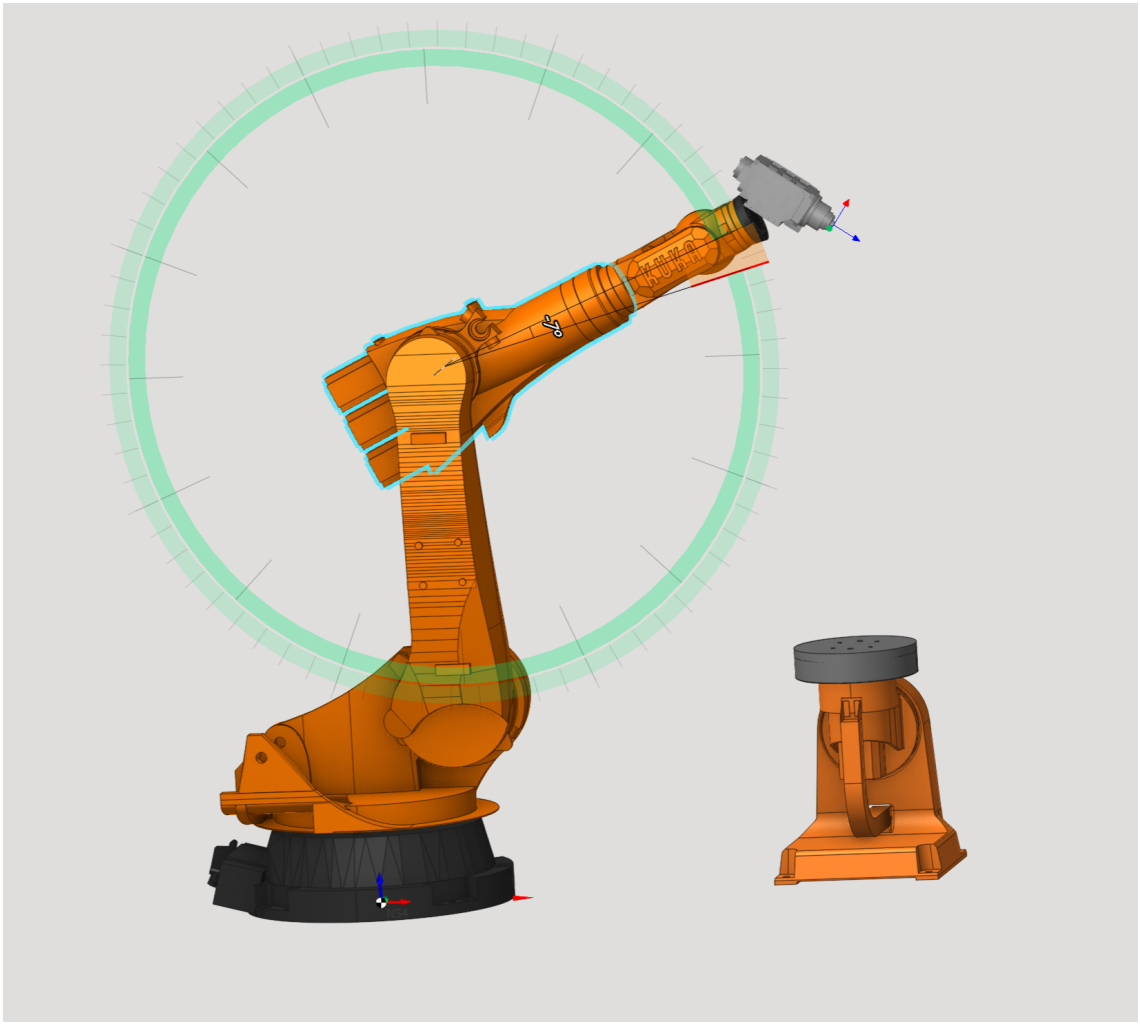
6 - Режим отрисовки узлов станка. Доступно три значения - Проволочный, Поверхности, Отображать всё.

7 - Включения металлического отблеска для узла станка;

8 - Установка прозрачности узла станка;

9 - Установка уровня прозрачности узла станка. Компонент отображается только при установленной прозрачности узла станка.

Возможно интерактивное управление узлами станка. Для изменения положения узла станка необходимо переместить его в требуемое положение с зажатой левой кнопкой мыши. При этом узел будет перемещаться относительно родительского узла. Если перемещаемый узел не является подвижным, в движение будет приведён ближайший подвижный родительский узел. Для поворотных осей при зажатии левой кнопки мыши отобразится вспомогательная окружность, показывающая плоскость вращения. Радиус окружности равен расстоянию от оси вращения до точки клика на узле станка:



Кроме возможности управления одиночным узлом станка имеется возможность задания комплексного положения станка путём позиционирования инструмента в требуемое положение. При этом станок самостоятельно изменяет положения подвижных узлов так, чтобы обеспечить требуемую позицию инструмента. Для того, чтобы воспользоваться такой возможностью достаточно переместить инструмент в требуемое положение с зажатой левой кнопкой мыши. Если станок не имеет активного инструмента, при подведении курсора мыши к точке контакта инструмента (белая точка) отобразится жёлтая точка, имитирующая инструмент. Инструмент перемещается в плоскости взгляда, поэтому

для более точного позиционирования рекомендуется установить вектор взгляда(see page 234) вдоль осей X, Y или Z.

Сопутствующие ссылки:

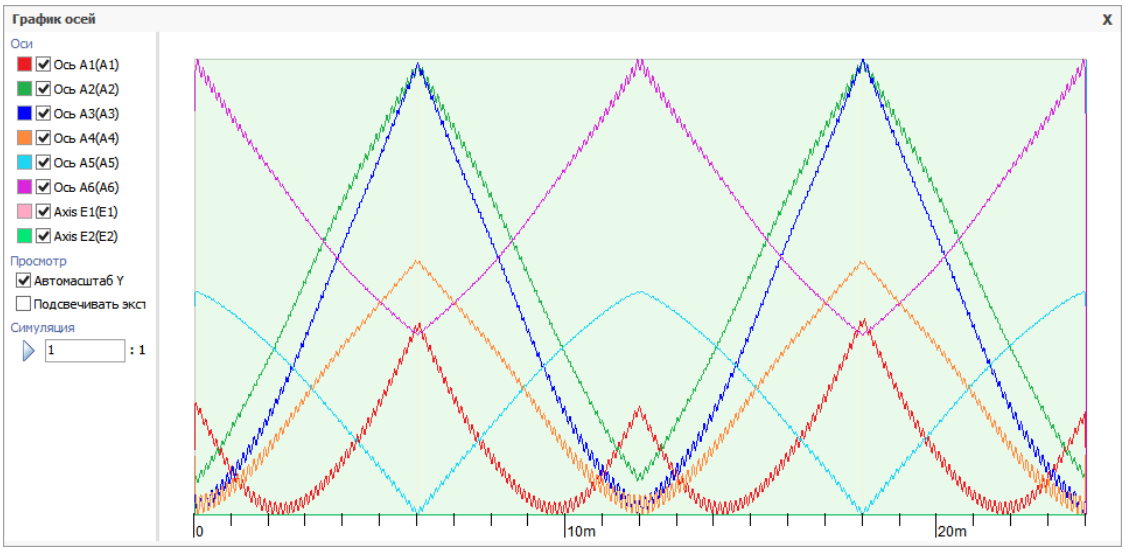
Графическое окно и управление визуализацией(see page 94)

Установка стандартного вектора взгляда(see page 97)

3.2.8 График осей станка

Данное средство позволяет просмотреть изменение значений (координат) осей станка с течением времени при прохождении инструмента по траектории для текущей операции в виде набора графиков. Для того, чтобы получить изображение графика, нужно выбрать рассчитанную операцию в списке операций и нажать на кнопку  на главной панели инструментов.

Окно имеет следующий вид.

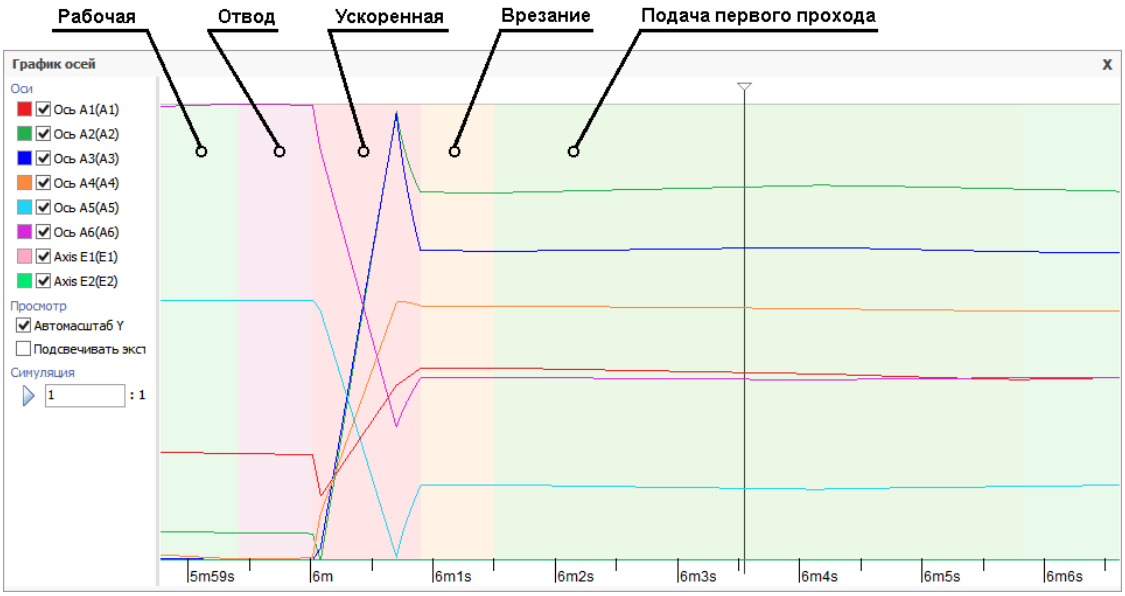


- **Оси**. Есть возможность отключить видимость отдельных осей и назначить им цвет щелчком по цветному квадрату.
- **Автомасштаб Y**. Для удобства восприятия вертикальный размер графика каждой оси растянут на одинаковую высоту. При включенной галочке масштаб по вертикальной оси выбирается автоматически по максимальным и минимальным значениям осей. Масштаб по горизонтальной оси можно менять вращая ролик мыши при нахождении указателя в графической области.
- **Подсвечивать экстремумы**. Позволяет отобразить в виде точек места, в которых направление изменения оси меняется на противоположное.
- **Симуляция**. Кнопка  запускает симуляцию движения инструмента и всех осей станка синхронно в главном графическом окне и на графике осей. Бегущий маркер будет отображать текущее положение на графике осей. Кликом левой кнопки мыши по графику можно установить положение маркера в произвольный момент времени. Прокруткой колеса мыши или ручным вводом в поле 

можно изменять скорость симуляции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Цвет фона под графиком обозначает тип подачи, на которой выполняется перемещение: рабочая, ускоренная, врезания, отвода и т.д.



3.2.9 Проверка возможности обработки инструментом

Панель управления коллизиями с державкой позволяет просматривать зоны детали, где без каких либо проблем может пройти державка инструмента, а так же определить угол при котором будет обработана наибольшая часть заготовки.

Его использование полезно при составлении тех процесса изготовления детали.

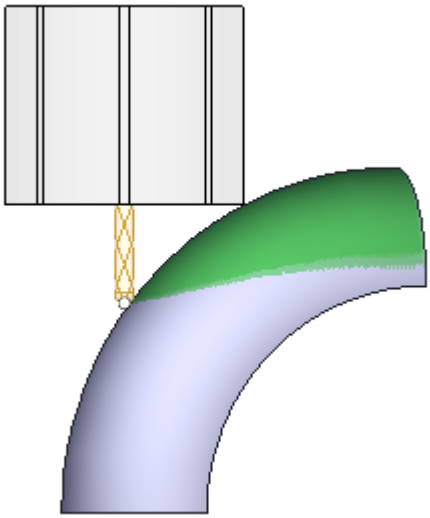
Чтобы показать это окно, нужно нажать кнопку  на главной панели инструментов.



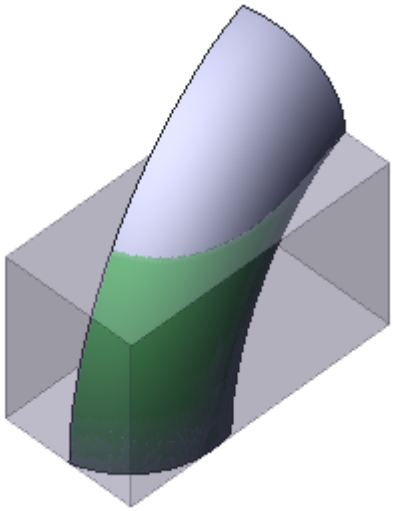
Визуально окно разделено на две области, содержание которых может изменяться в зависимости от конкретной конфигурации машины.

Верхняя область окна содержит основные параметры операции влияющие на размер безопасной зоны державки инструмента.

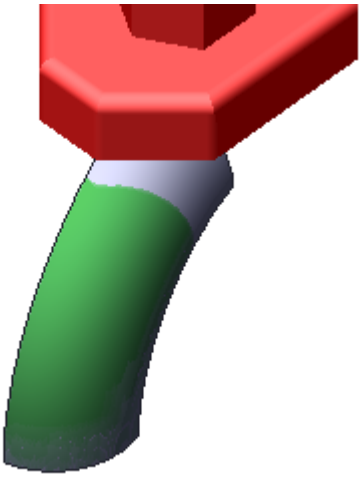
- Контроль державки. Учет державки инструмента.



- Учет заготовки. Учет заготовки.

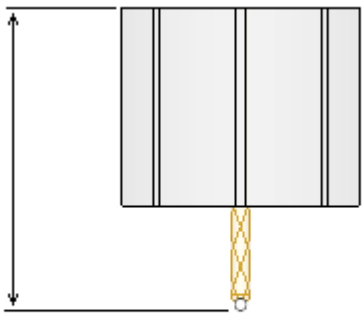


- Учет приспособлений. Учет зажимного приспособления.



- Длина инструмента. Длина инструмента с державкой.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



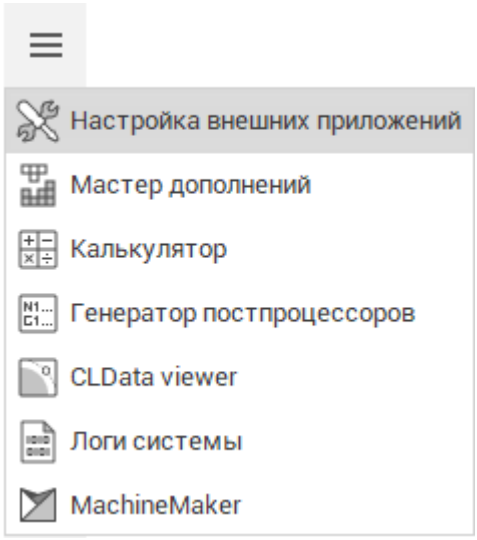
Нижняя область окна содержит информацию о положении осей текущего станка, а так же инструменты для поиска оптимального угла инструмента.

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

3.2.10 Кнопка дополнительных утилит на главной панели

Меню дополнительных утилит содержит элементы для запуска дополнительных встроенных и внешних программ пользователя. Вы можете настроить эту панель, нажав на пункт меню **Настройка внешних приложений**. Некоторые элементы могут быть скрыты, в зависимости от опции «**Показать инструменты эксперта**» в настройках системы(see page 146).



Пункт меню	Описание
	Настройка внешних приложений — показывает Окно настройки внешних приложений(see page 131).

Пункт меню	Описание
	Мастер дополнений — открывает Менеджер дополнений(see page 219) для CAD систем.
	Калькулятор — запускает встроенный калькулятор.
	Генератор постпроцессоров — запускает Генератор постпроцессоров(see page 155).
	CLData viewer — запускает CLData viewer[2] - приложение, помогающее создавать постпроцессоры на C#.
	Создать интерпретатор УП — показывает окно создания интерпретатора управляющей программы[3].
	Логи системы — открывает окно, содержащее список событий,(see page 167) произошедших в приложении с момента запуска.
	MachineMaker — запускает приложение для создания схем станка[4]
	Редактор скриптов — открывает окно для написания и отладки скриптов CAM системы(see page 1654).
	Менеджер операций — запускает менеджер, позволяющий включать/отключать внешние операции, параметры которых описываются в отдельных xml-файлах и stfc-контейнерах(see page 159).
	Создать скриптовую операцию — показывает диалог для создания скриптовой операции(see page 1657).

Сопутствующие ссылки:

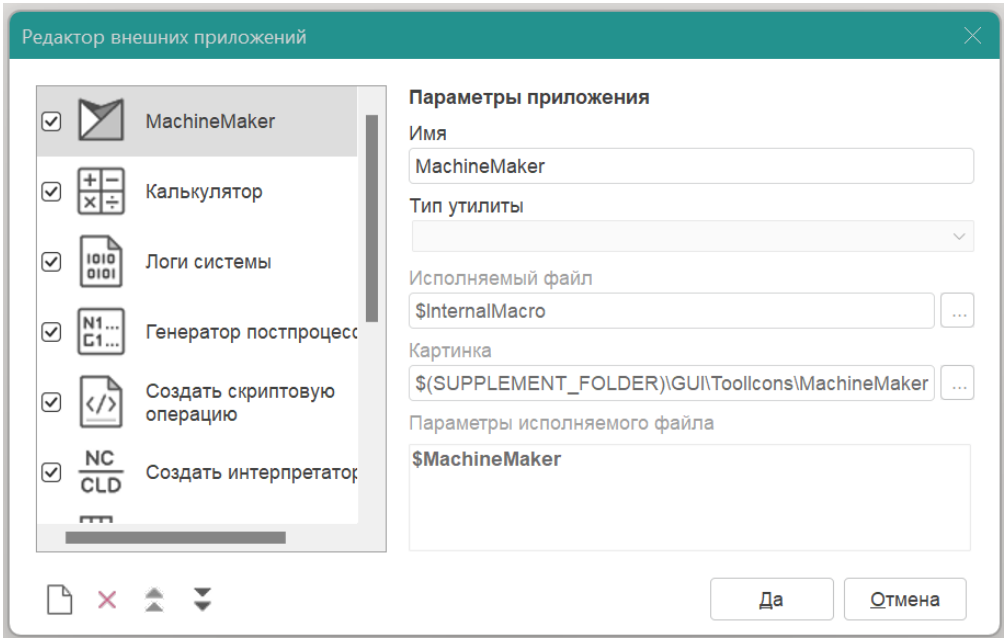
Главное окно системы(see page 75)

3.2.10.1 Окно для настройки внешних утилит

Окно настройки позволяет изменять состав меню внешних утилит  главной панели инструментов. Вы можете переместить или скрыть стандартные утилиты если не пользуетесь ими (AddIn менеджер, Генератор отчетов, IDE CAM системы, Калькулятор, Генератор построцессоров и т.д.) и добавить вместо них внешние программы по желанию.

2 https://kb.sprutcam.com/docs/Inp.Net/16/en/articles/inpcoreorganization/devtools.html
3 https://docs.sprut.ru/Interpreters/18/ru/10292.html
4 https://kb.sprutcam.com/mmum16robots/introduction-to-machinemaker

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Вы можете добавлять следующие типы внешних утилит-файлов:

- любые исполняемые файлы (*.exe, *.bat);
- файлы скриптов CAM системы (*.spr, *.s);
- Динамические библиотеки windows *.dll которые реализуют простой интерфейс плагина CAM системы описанного ниже. Уникальный GUID плагина должен быть указан в поле Параметры исполняемого файла.

```
IST_CAMPluginsEnumerator = interface(IUnknown)
  ['{719AC6C2-F83C-4C93-9E50-6AAFADBD8873}']
  function MoveNext: WordBool; safecall;
  function GetCurrent: TGUID; safecall;
end;

IST_CAMPlugin = interface(IUnknown)
  ['{80BBC39B-1E2B-4D46-B87E-3A3658A77063}']
  function Get_PluginID: TGUID; safecall;
  function Get_PluginCaption: WideString; safecall;
  function Get_PluginDescription: WideString; safecall;
  property PluginID: TGUID read Get_PluginID;
  property PluginCaption: WideString read Get_PluginCaption;
  property PluginDescription: WideString read Get_PluginDescription;
end;

IST_UtilitiesButtonCAMPlugin = interface(IST_CAMPlugin)
  ['{4B74BB21-9F48-4D62-9870-0A831C8AD2DA}']
```

```
  procedure OnButtonClick(const SenderApplication: IUnknown); safecall;
end;
```

Библиотека *.dll с плагинами должна экспортировать две основные функции:

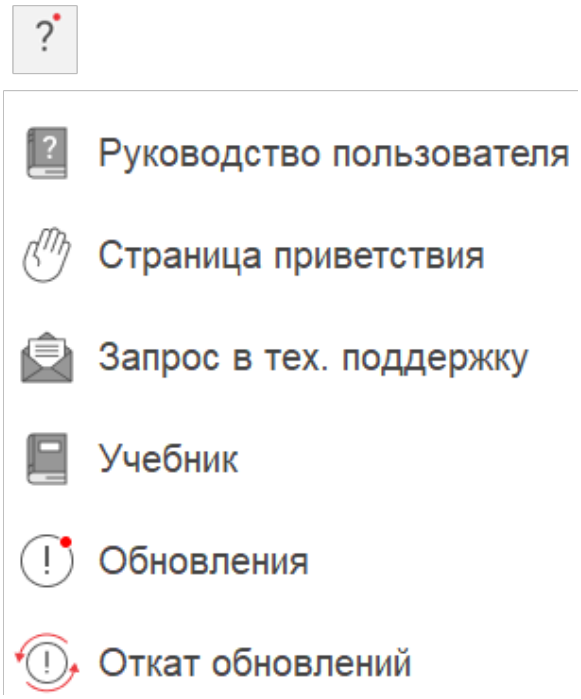
```
  function GetPluginsEnumeratorOfType(PluginInterfaceID: TGUID): IST_CAMPluginsEnumerator;
safecall;
  function CreateInstanceOfPlugin(PluginID: TGUID): IST_CAMPlugin; safecall;
```

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

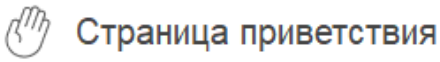
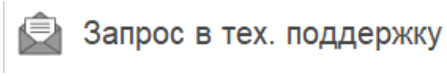
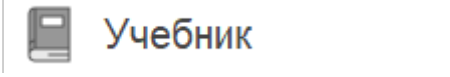
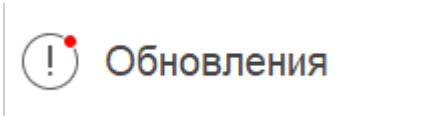
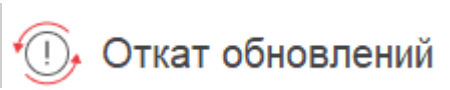
3.2.11 Кнопка помощи на главной панели

Кнопка помощи содержит пункты меню, которые помогают получить ответы на появляющиеся вопросы.



Пункт меню	Описание
Руководство пользователя	Запускает справочной системы СПРУТКАМ

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Пункт меню	Описание
	Загружает web страницу с последними новостями о СПРУТКАМ и компании СПРУТ-Технология.
	Отправка сообщения в службу технической поддержки “СПРУТ-Технология”.
	Запускает учебника по СПРУТКАМ.
	Проверяет наличие доступных обновлений.
	Позволяет при необходимости вернуться к предыдущей версии программного обеспечения.

Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

3.2.12 Индикатор процесса

Индикатор процесса включается при выполнении системой длительных операций. К таким операциям относятся процесс импорта модели, процесс расчета траектории инструмента, моделирование и другие. Выполнение длительной операции может быть прервано щелчком мыши по индикатору. После получения подтверждения на прерывание длительного процесса его выполнение будет остановлено.

Индикатор процесса появляется в самом низу главного окна в одной из панелей строки состояний.



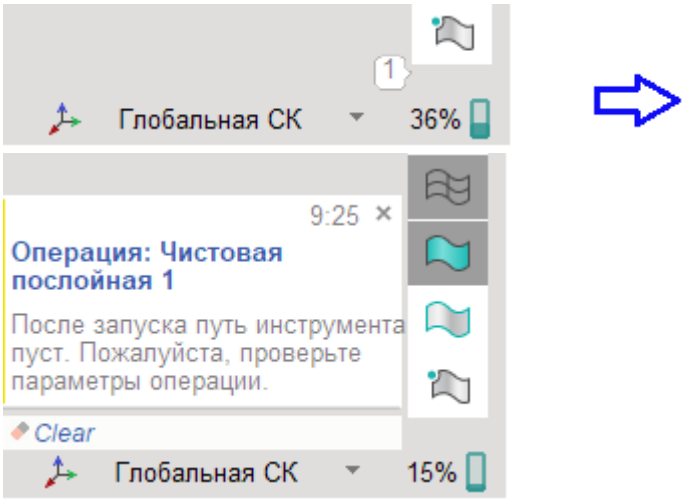
Сопутствующие ссылки:

Главное окно системы(see page 75)

3.2.13 Уведомления о событиях приложения

В приложении существует специальный механизм информирования пользователя о событиях, требующих особого внимания - всплывающие уведомления. При возникновении какого-либо события в правом нижнем углу "всплывает" небольшое окно, в котором кратко

описывается суть случившегося. На иконке в углу также показывается общее количество подобных уведомлений. Щелкнув на нее можно открыть панель с полным списком уведомлений.



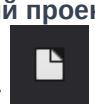
3.2.14 Мультипроектность

3.2.14.1 **О функционале**:

С 17 версии появилась поддержка **мультипроектного интерфейса**, позволяющего объединять несколько окон в виде "вкладок" для одновременной работы с несколькими проектами. Вы можете использовать функции мультипроектного интерфейса для прикрепления, отсоединения открытых и создания новых проектов в отдельных экземплярах. Однако вы по прежнему можете работать только с **одним окном**, не используя функцию мультипроектного интерфейса.

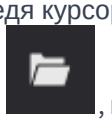
3.2.14.2 **Варианты для открытия дополнительного окна:**

Открытие дополнительного окна из текущего окна системы:

1. При открытом окне системы нажать на кнопку **Новый проект в новой вкладке.** Наведите курсор на иконку **Новый проект**  и выберите в выпадающем списке **Новый проект в новой вкладке** в списке проектов появится новое окно.

2.При открытом окне системы нажать на кнопку **Открыть проект в новой вкладке.**

Наведите курсор на иконку **Открыть проект**  и выберите в выпадающем списке **Открыть проект в новой вкладке**.

Также, вы можете открыть проект, наведя курсор на конкретный проект в выпадающем списке **Открыть проект**  , и выбрав **Открыть проект в новой вкладке** во втором выпадающем списке.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3. При открытом окне системы нажать на кнопку **Новый проект с наладкой в новой вкладке.** Наведите курсор на иконку **Новый проект**  и выберите в выпадающем списке **Новый проект с наладкой в новой вкладке**  в списке проектов появится новое окно.

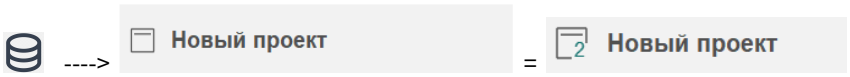
Общий процесс работы будет иметь следующий вид:



Открытие дополнительного окна с помощью внешних систем

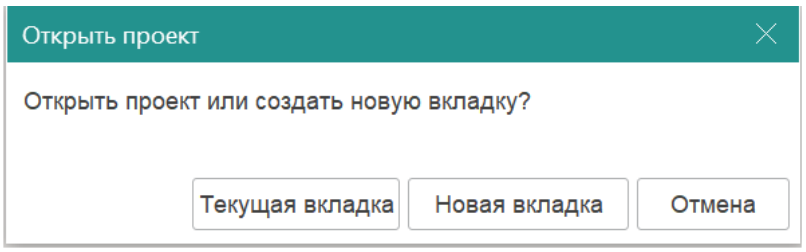
1. При открытом окне системы, нажмите (в конкретном окне CAD системы) на опцию **экспорта** из внешней CAD системы.
2. При открытом окне системы, нажмите (в конкретном окне Machine Maker) на опцию экспорта из **Machine Maker**.
3. При открытом окне системы, нажмите на опцию экспорта из **Библиотеки проектов**.
4. При открытом окне системы, запустите проект, дважды кликнув по иконке проекта или перетащив проект с помощью функции перетаскивания (drag and drop).

Общий процесс работы будет иметь следующий вид:



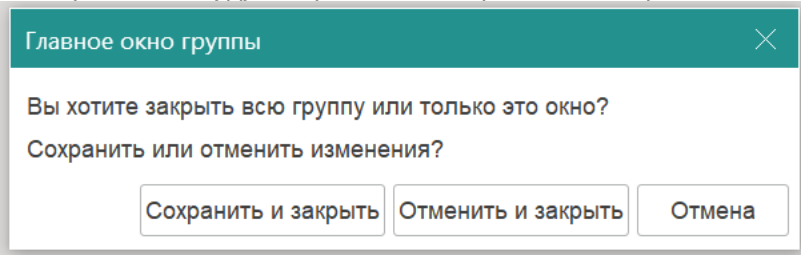
При открытии дополнительного окна с помощью **внешних систем** важно иметь в виду следующее

- Если ваше окно **пустое** (не содержит операций, деталей и прочего), то оно считается пустым, и при импорте внешних файлов они будут загружены именно в данное окно.
- Если в текущем окне были внесены изменения (и оно не является **пустым**), то система предоставит вам выбор, в какое окно выполнить импорт:



Таким образом пользователь сам решает, как ему работать: в **одноконном** режиме или в сразу с **несколькими окнами (мультипроектность)**.
При **выходе из системы** при работе в нескольких окнах и имеющихся несохраненных изменениях система предложит сохранить их. Сначала она предложит сохранить проект из текущей вкладки, и это будет происходить до

тех пор, пока не будут закрыты или сохранены все проекты во всех вкладках.



3.2.14.3 Навигация по проектам:

Работа со списком проектов:

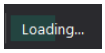
Панель имени проекта отображает имя файла проекта, открытого в текущей вкладке.



Иконка представляет количество проектов, объединенных в текущем окне системы.



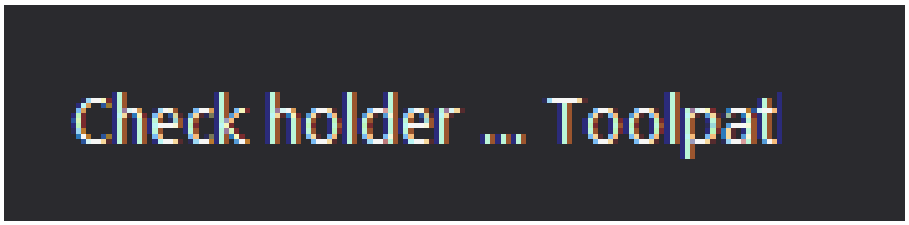
Круглая анимационная иконка появляется, когда создается новая вкладка и она добавляется к уже существующим.



Если открыто более одной вкладки, то наведение курсора мыши на панель имени проекта в течение некоторого времени вызовет всплывающий список вкладок. Этот список позволяет переключаться между вкладками или закрывать их.



Если во вкладке выполняется процесс вычисления, предоставляется краткое описание (расчет траектории, симуляция и др.).



Работа с окнами проекта:

Для того, чтобы отсоединить вкладку, наведите указатель мыши на **мультипроектную иконку**  , удерживайте левую кнопку мыши и перетащите

© 2025 ООО СПРУТ Технология

ее. Вы также можете отсоединить вкладку из списка, удерживая клавишу SHIFT и перетаскивая вкладку.

Когда вы отпустите кнопку, вкладка отсоединится. Если вкладка будет отпущена над другим окном системы то, она присоединится к этому окну. В противном случае она станет отдельным окном.

Общий процесс работы будет иметь следующий вид:



+ Перетаскивание вкладки =



и





+ Перетаскивание вкладки 2 на вкладку 1 =



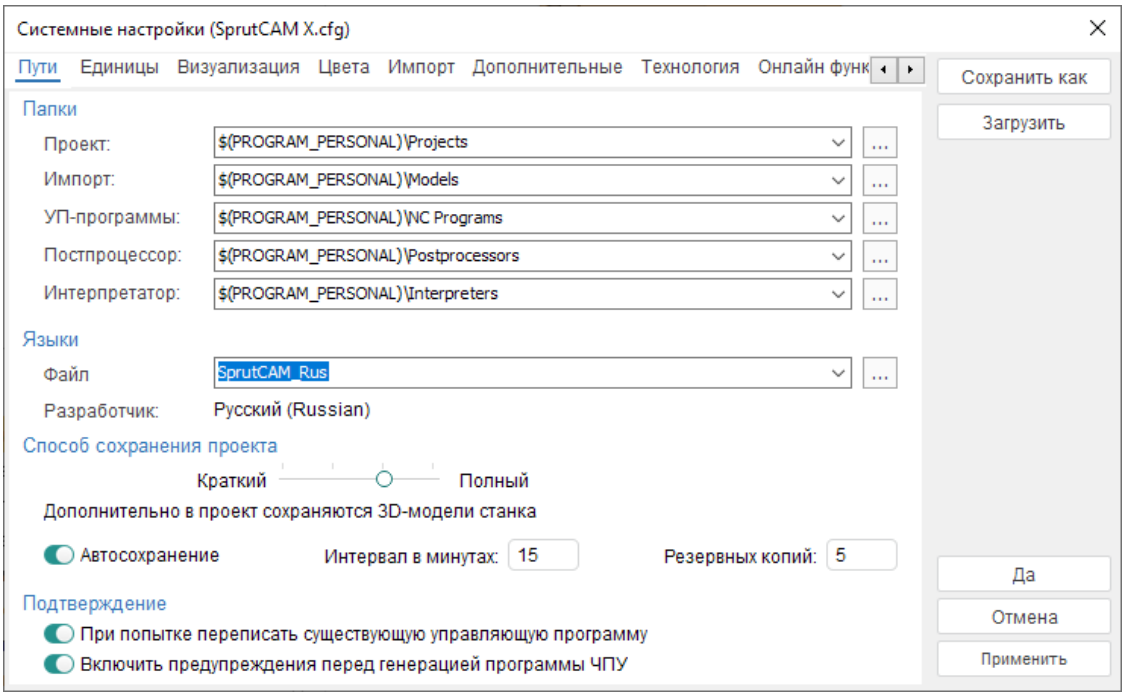
Также пользователь может копировать операции между различными окнами, используя сочетания клавиш Ctrl+C и Ctrl+V либо команды 'Копировать' и 'Вставить'.

В мультипроектном режиме нельзя открыть два окна с одинаковым именем, и в этом случае система выдаст сообщение об ошибке.

3.3 Окно системных установок

Окно системных установок вызывается нажатием кнопки 

в главном меню.



Все параметры сохраняются в *.cfg файлах. Для загрузки или сохранения параметров следует воспользоваться кнопками, расположенными в правой части окна. Количество файлов настроек, которые могут быть созданы, не ограничено.

Кнопки окна системных установок

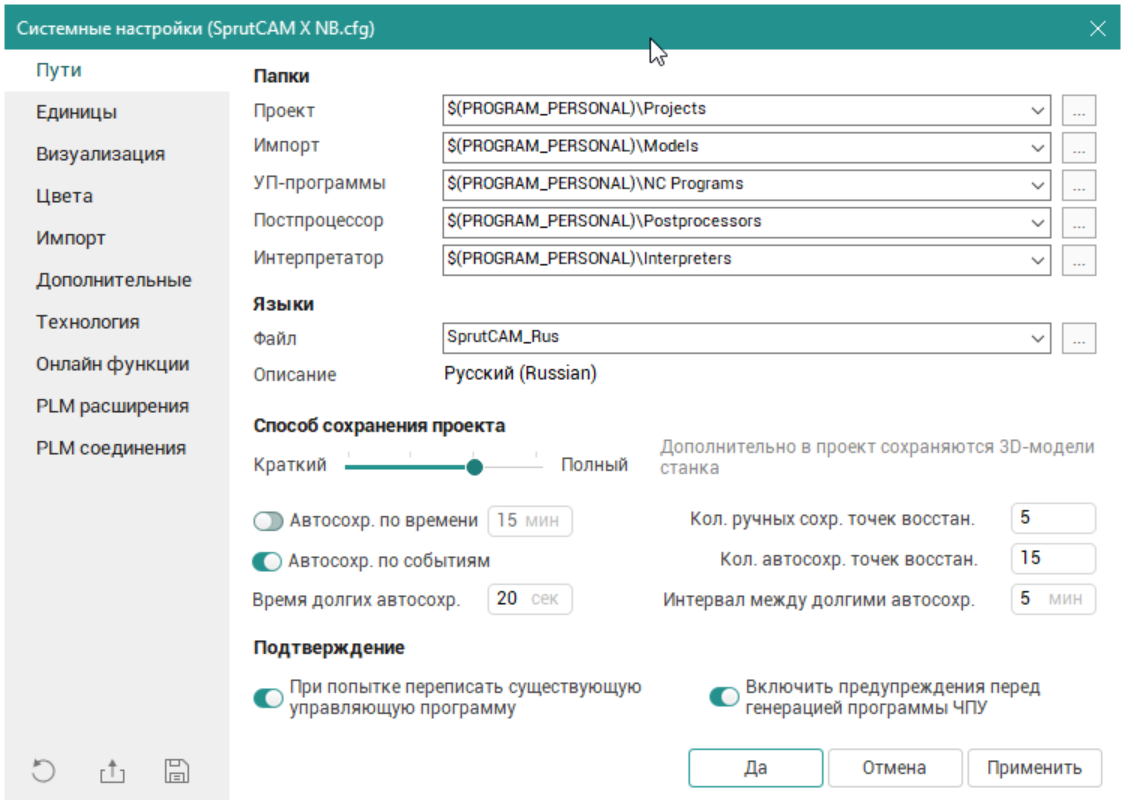
- <Сохранить как...> – закрывает окно, сохраняя настройки в файл конфигурации заданный пользователем, и делает этот файл настроек текущим. Настройки применяются и для текущего режима работы.
- <Загрузить> – загружает настройки из указанного файла конфигурации и делает его текущим.
- <Да> – закрывает окно, сохраняя настройки в текущий файл конфигурации и применяя их для текущего режима работы.
- <Отмена> – закрывает окно с отменой всех сделанных изменений.
- <Применить> – закрывает окно и применяет настройки для текущего режима работы

Если при запуске системы файл настроек не будет обнаружен, он будет создан автоматически и все настройки будут выставлены по умолчанию.

Окно состоит из следующих страниц:

- <Пути(see page 139)>
- <Единицы(see page 141)>
- <Визуализация(see page 142)>
- <Цвета(see page 144)>
- <Импорт(see page 145)>
- <Дополнительные(see page 146)>
- <Технология(see page 149)>
- <Онлайн функции(see page 150)>
- <PLM расширения(see page 151)>
- <PLM соединения(see page 152)>

3.3.1 Закладка <Пути>



© 2025 ООО СПРУТ Технология

На этой странице настраиваются пути по умолчанию для каталогов хранения файлов системы.

- <Проекты> – каталог, используемый по умолчанию, для загрузки и сохранения проектов.
- <Импорт> – каталог, используемый по умолчанию, для загрузки файлов геометрических моделей (импортируемых файлов(see page 203)).
- <УП-программы> – каталог, используемый по умолчанию, для сохранения генерируемых постпроцессором(see page 419) управляющих программ.
- <Постпроцессор> – каталог, используемый по умолчанию, для загрузки файлов настроек постпроцессора.
- <Интерпретатор> – каталог, используемый по умолчанию, для загрузки файлов настроек интерпретатора УП.

Пути можно корректировать как вручную, так и с помощью диалогов выбора путей, которые запускаются нажатием кнопки  .

В системе имеются четыре предопределенных переменных, которые могут быть использованы при задании соответствующих каталогов:

- <$(SPRUTDIR)> – каталог, из которого была запущена CAM система;
- <$(PRJDIR)> – каталог, указанный в поле <Проекты>;
- <$(PROGRAM_PERSONAL)> – каталог, созданный программой установки, находящийся в папке персональных документов пользователя <Мои документы>.
- <$(PROGRAM_COMMON_DOCUMENTS)> – каталог, созданный программой установки, находящийся в папке общих документов на локальном компьютере <Общие документы>.

При определении реальных имен каталогов в процессе работы CAM системы указанные переменные будут заменены соответствующим полным путем на момент запуска системы или на момент последнего редактирования системных установок.

На панели <Языки> находится панель выбора текущего языка для отображения надписей в интерфейсных окнах. Изменения вступят в силу только при следующем запуске системы.

<Способ сохранения проекта> введен для управления размерами файлов проектов. Чем детальнее сохраняется рассчитываемая информация, тем больше будет размер файлов. В зависимости от степени детализации сохраняемых в проект данных, существуют следующие способы, расположенные в порядке от минимально необходимой хранящейся в файле информации до наиболее полной:

1. В проекте сохраняются только исходные данные (геометрическая модель, системы координат, операции и их параметры).
2. Сохраняются все данные, описанные в предыдущем пункте, а также траектории операций.
3. Сохраняются все данные, описанные в предыдущем пункте, а также 3D-модели станка и инструментов.
4. Сохраняются все данные, описанные в предыдущем пункте, а также промежуточные состояния заготовки.

<**Автосохр. по времени**>, <**Автосохр. по событиям**>, <**Кол. ручных сохр. точек восстан.**>, <**Кол. автосохр. точек восстан.**>, <**Время долгих автосохр.**>, <**Интервал между долгими автосохр.**> - группа параметров, позволяющая настраивать процедуру создания резервных вариантов проекта (точек восстановления). Более подробно в главе Автосохранения и точки восстановления проекта(see page 139).

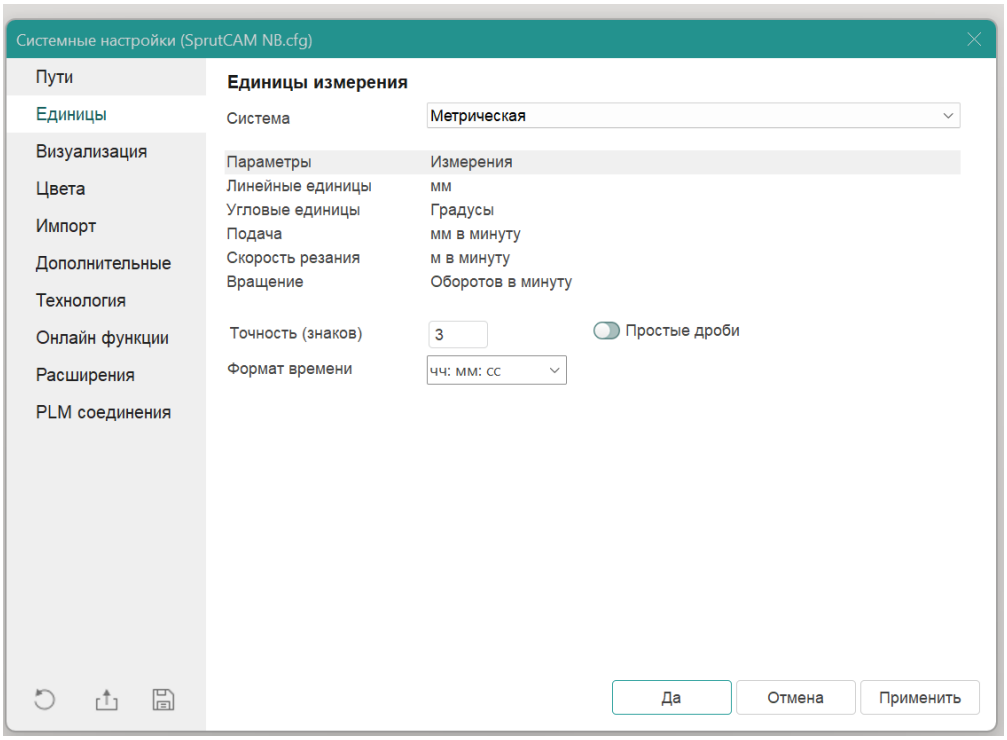
На панели <Подтверждение> можно отключить запрос при попытке записи управляющей программы в уже существующий файл.

Сопутствующие ссылки:

Окно системных установок(see page 138)

Автосохранения и точки восстановления проекта(see page 139)

3.3.2 Закладка <Единицы измерения>



На странице располагаются настройки единиц измерения модели и панель настроек параметров системы по умолчанию.

Линейные размеры задаются в единицах, соответствующих импортируемой модели. Выходные данные формируются в тех же единицах. То есть для получения управляющей программы для станка ЧПУ в миллиметрах все линейные размеры модели должны быть заданы в миллиметрах.

Угловые размеры задаются в градусах с десятичными долями.

Параметры операций по умолчанию заполняются из указанного на панели <Параметры по умолчанию> файла. По кнопке <Редактировать> открывается окно для изменения параметров в выбранном файле.

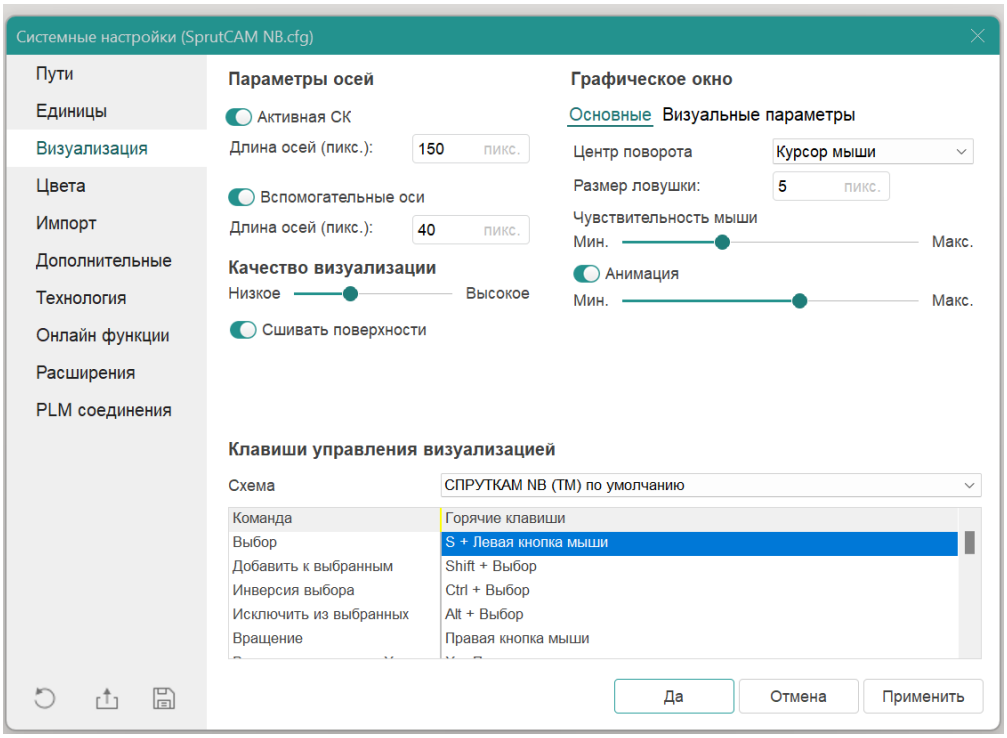
- <Точность знаков> – количество знаков после запятой для величин, которые будут выводиться в управляющую программу. Рекомендуется устанавливать значение равным или на единицу больше, чем максимальная точность станка (или требуемое количество знаков после запятой в управляющей программе).
- <Формат времени> – формат, в котором будет показываться время в системе (например, время обработки на станке).
- <Простые дроби> – флаг использования в системе простых дробей.

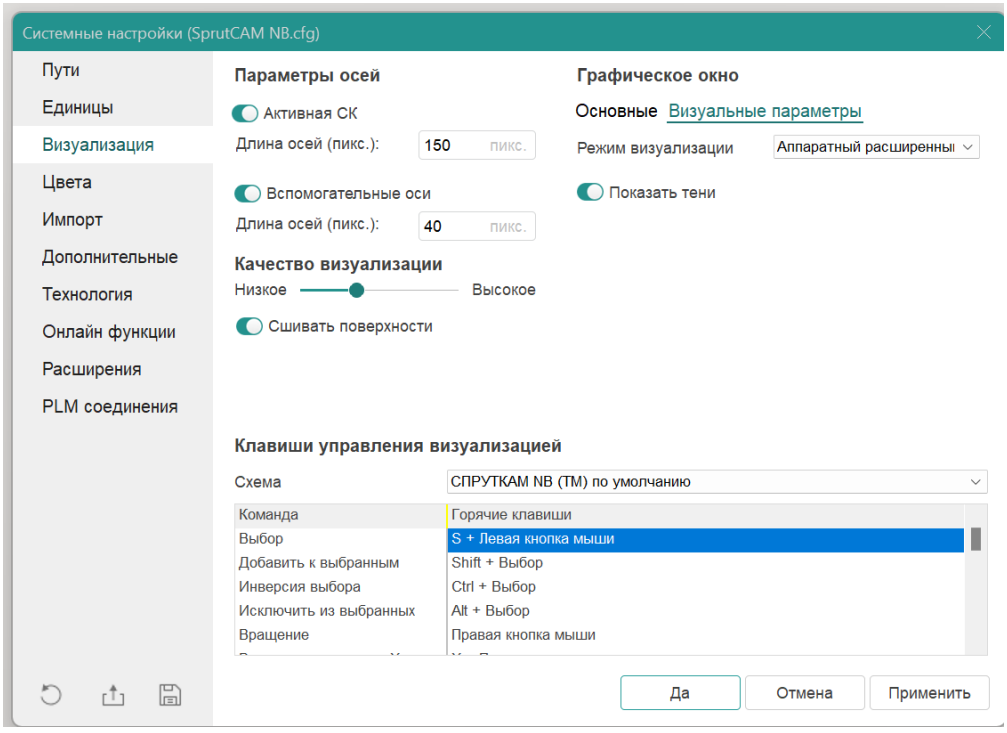
Сопутствующие ссылки:

Окно системных установок(see page 138)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.3.3 Закладка <Визуализация>





На странице располагаются средства управления настройками графических окон(see page 94).

На панели <Параметры осей> настраиваются видимость и размеры систем координат. Оси <**А**ктивной СК> всегда рисуются из начальной точки в реальном пространстве, а <**В**спомогательные оси> отрисовываются в левом нижнем углу экрана.

На панели <Качество визуализации> настраивается качество изображения объектов по умолчанию. Изменение точности производится перемещением движка. Чем выше качество визуализации 3D объектов, тем больше ресурсов потребуется при их построении и отображении на экране. Для всех загружаемых в дальнейшем моделей будет устанавливаться указанная точность.

Примечание: *Не рекомендуется устанавливать высокую точность визуализации на недостаточно мощных компьютерах из-за возможного замедления работы.*

Опция <**Сшивать поверхности**> позволяет, при триангуляции поверхностей для визуализации, учитывать сшивку, чтобы не было щелей между поверхностями.

На панели <Графическое окно> могут быть заданы следующие параметры:

- <**Основные**>
  - <Центр поворота> – точка, вокруг которой будет производиться поворот графического окна.
  - <Размер ловушки> – используется для выбора и подсвечивания объектов.
  - <Чувствительность мыши> – задает скорость поворота и изменения масштаба графического окна с помощью мыши.
  - <Анимация> – задает количество кадров при выполнении анимированного действия.
  - <Перспектива> – величина искажения объекта перспективой.
- <**Визуальные параметры**>
  - <**Режим визуализации**> имеет три варианта:
    - <**Аппаратный расширенный**> - отрисовка с использованием шейдеров
    - <**Аппаратный стандартный**> - аппаратно-ускоренная отрисовка с OpenGL без шейдеров
    - <**Программный (очень медленный)**> - программная отрисовка с OpenGL без использования видеокарты
  - <**Показать тени**> - включает затенение объектов

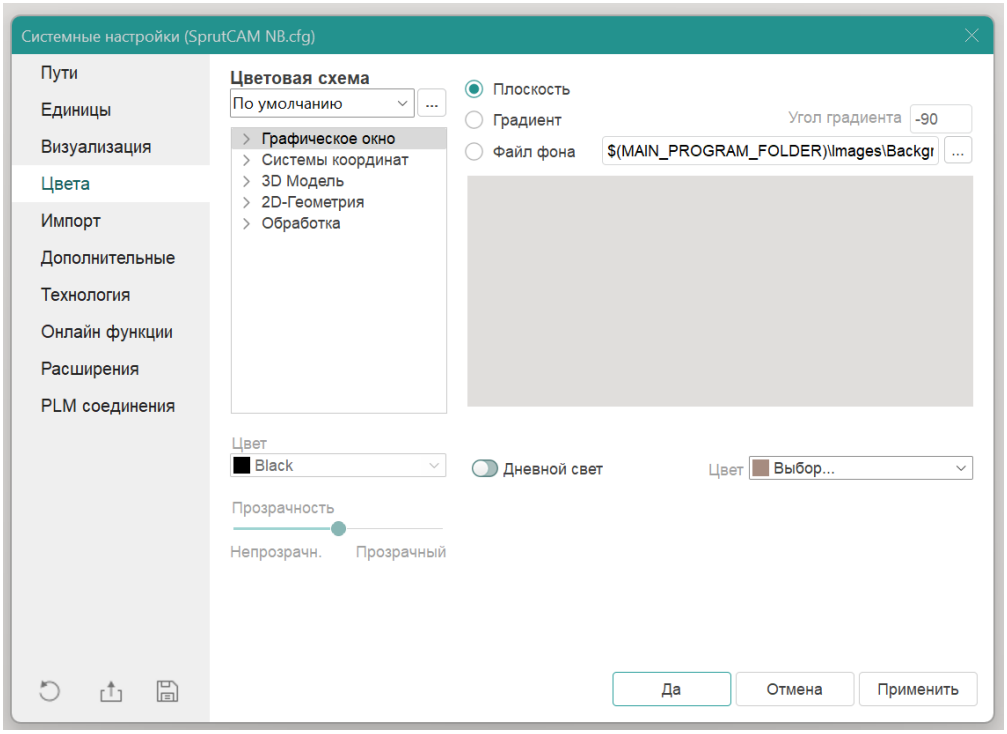
На панели <Клавиши управления визуализацией> выбирается текущая схема "горячих" клавиш. В CAM системе заложено 4 схемы "горячих" клавиш, они созданы для облегчения работы тем пользователям, которые имеют опыт работы с другими системами. Назначения горячих клавиш показаны только для справки. Изменять горячие клавиши нельзя, можно только целиком поменять текущий набор.

Сопутствующие ссылки:

Окно системных установок(see page 138)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.3.4 Закладка <Цвета>



В поле < Цветовая схема > можно выбрать одну из установленных цветовых схем. При нажатии на кнопку ... (see page 139) можно вернуть значения цветов в схемах, установленные по умолчанию, или, если выбрана цветовая схема < Другая >, загрузить в эту схему значения одной из других цветовых схем.

Под цветовой схемой, в виде древовидной структуры, показаны значения цвета отдельного элемента. Эти элементы разбиты на группы: < Графическое окно >, < Системы координат >, < 3D Модель >, < 2D-Геометрия >, < Обработка >. Раскрыв нужную группу, можно редактировать значения цвета любого элемента группы. Цвет текущего элемента назначается в поле < Цвет > выбором нужного значения из выпадающего списка. В поле < Режим > устанавливается режим показа элемента: с заливкой или без заливки. Перемещением движка < Прозрачность > можно установить прозрачность текущего элемента.

Фон графического окна устанавливается следующим выбором:

- < Плоскость > – равномерная заливка одним цветом, указанным в группе < Графическое окно >, элемент < Первый цвет фона >.
- < Градиент > – устанавливается градиентная заливка графического окна. Цвета заливки назначаются в группе < Графическое окно >: < Первый цвет фона > и < Второй цвет фона >. В поле < Угол градиента > можно задать угол градиентной заливки. Угол задается относительно вертикальной оси.
- < Файл фона > – в качестве подложки используется растровое изображение в формате < BMP >, либо < JPEG >.

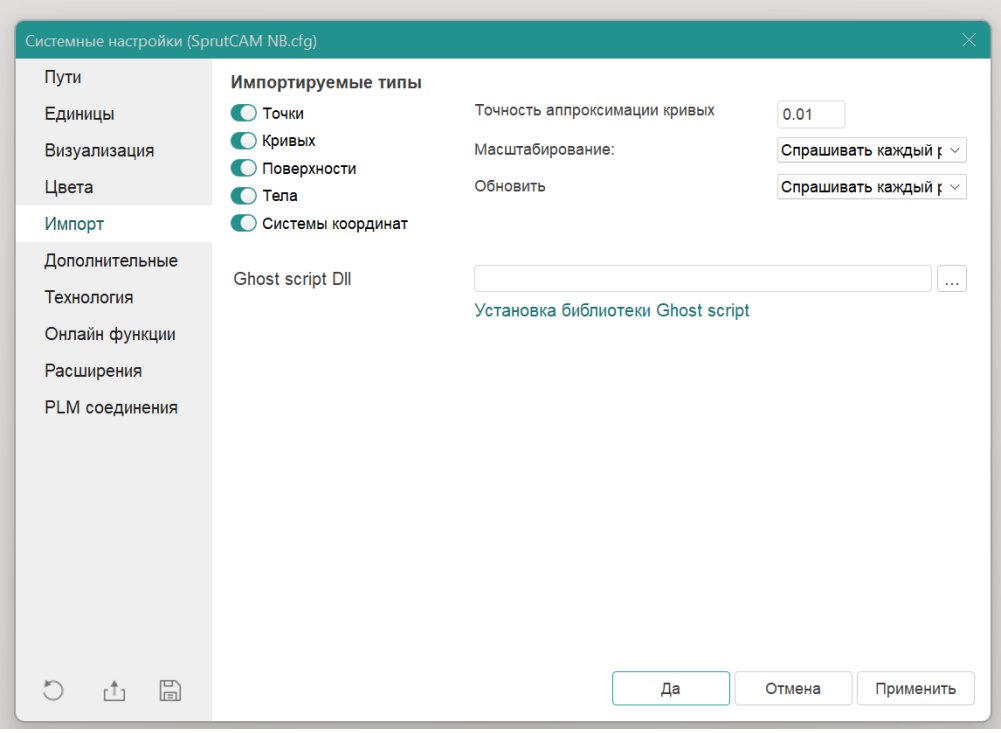
< Дневной свет > – включает дополнительный источник света.

Сопутствующие ссылки:

Окно системных установок(see page 138)

3.3.5 Закладка <Импорт>

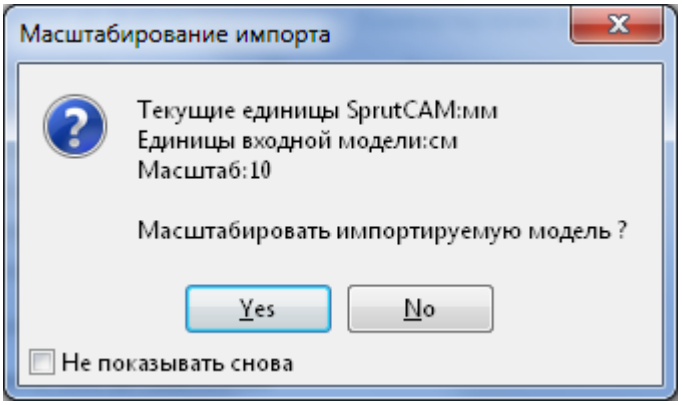
На этой странице настраиваются общие параметры импорта(see page 203) системы.



В группе <Импортируемые типы> задаются типы геометрических объектов(see page 174), которые будут импортированы из файлов обмена геометрической информацией. Если флажок напротив определенного типа отсутствует, то соответствующие объекты при импорте игнорируются.

Если при импорте необходимо будет преобразовать кривую, то аппроксимация будет производиться с учетом указанной в окне <Точности аппроксимации кривых>.

Опция <**Масштабирование**> используется для управления появлением окна "Масштабирование импорта":



Опция <**Обновить**> используется для управления появлением окна "Менеджер обновления файлов моделей(see page 199)".

© 2025 ООО СПРУТ Технология

<**Ghost script dll**> используется для импорта из PostScript-файлов(see page 208).

Сопутствующие ссылки:

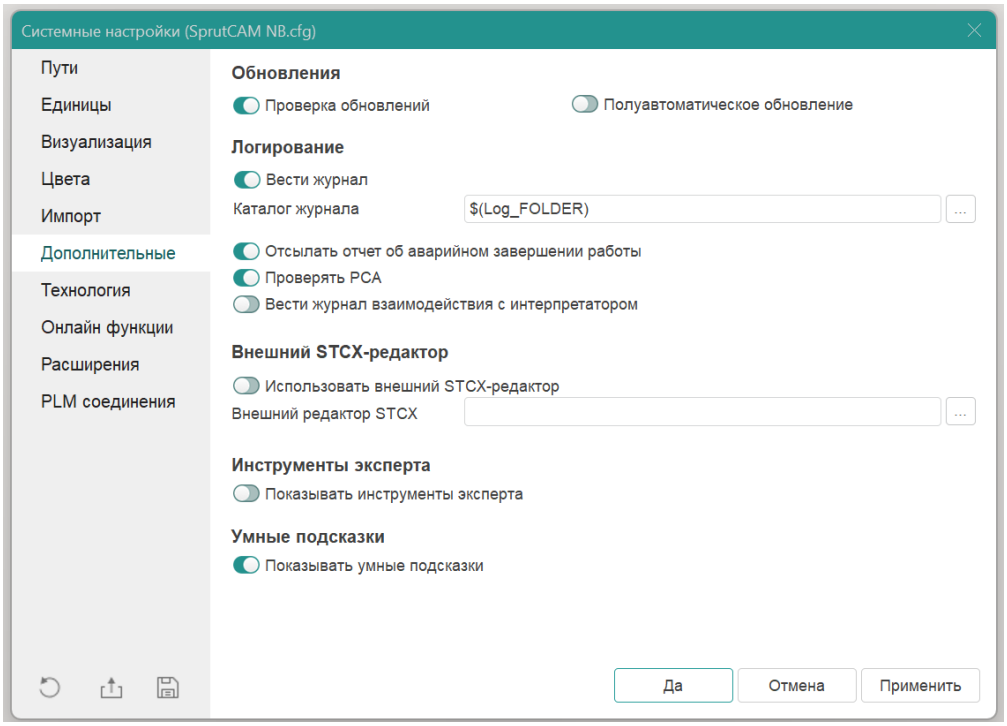
Окно системных установок(see page 138)

Импорт объектов из PostScript-файлов(see page 208)

Обновление структуры геометрической модели(see page 199)

3.3.6 Закладка <Дополнительные>

Страница предназначена для настройки протоколирования событий системы с целью определения и разрешения ошибок, возникающих во время работы и для настройки системы обновлений.



Для активации проверки обновлений включите опцию <Проверка обновлений>. CAM система будет проверять обновления сразу после старта.

Включите опцию <Полуавтоматические обновления> для начала загрузки обновлений сразу после клика на уведомление о наличии обновлений.

Для включения протоколирования следует включить опцию <Вести журнал>.

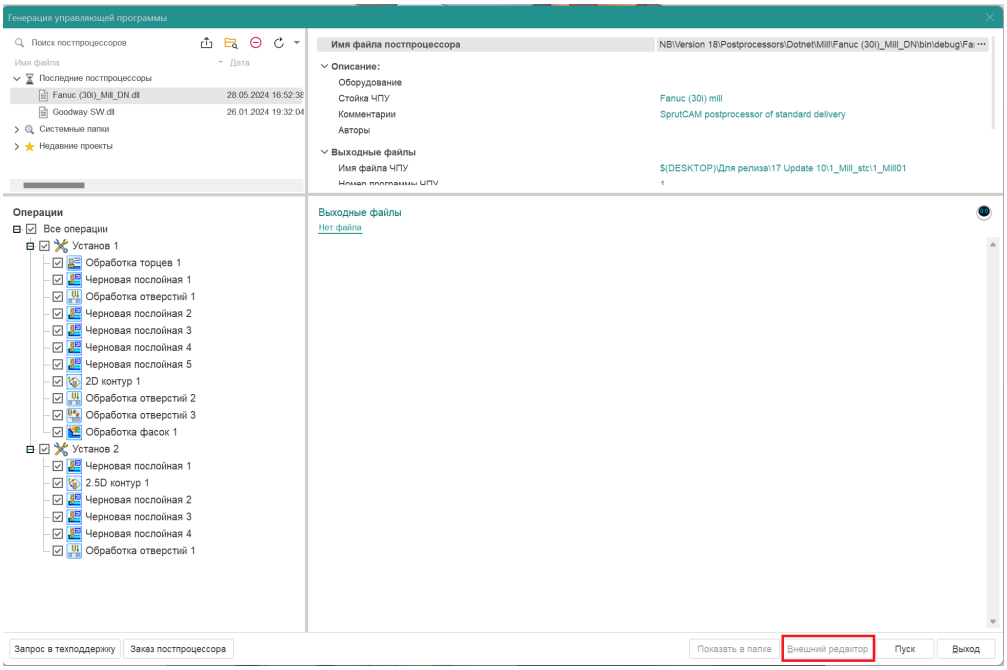
Поле <Каталог журнала> позволяет задать каталог в который будет сохраняться журнал работы.

Для автоматической отправки сообщений об аварийном завершении работы следует включить опцию <Отсылать отчёт об аварийном завершении работы>.

Опция <**Проверять PCA**> нужна для того, чтобы убрать CAM систему из исключений PCA[5].

Для протоколирования взаимодействия CAM системы с интерпретатором в режиме моделирования по тексту управляющей программы(see page 1616) и операций Операция на основе текста УП, Токарная операция на основе текста УП(see page 1688) предназначена опция <**Вести журнал взаимодействия с интерпретатором**>.

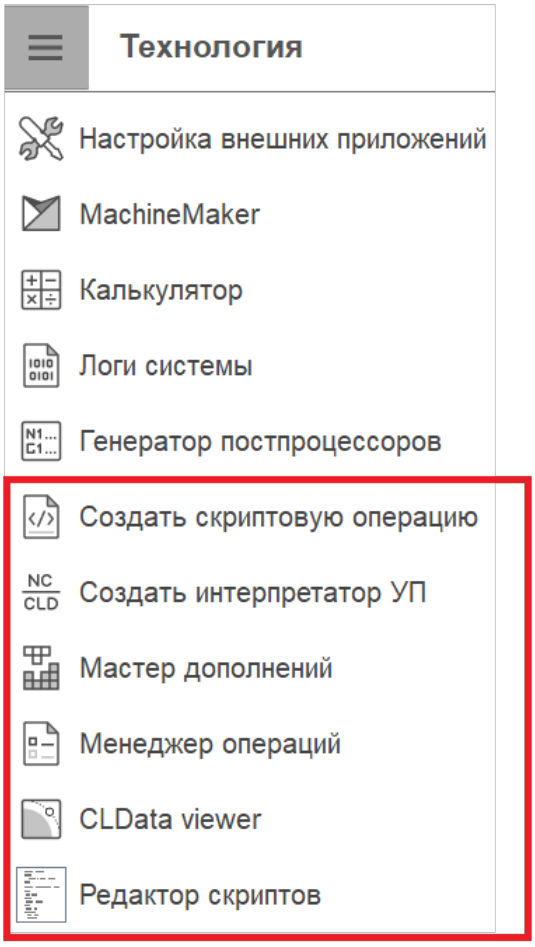
Панель <**Внешний STCX-редактор**> влияет на окно "Генерация управляющей программы(see page 419)" и позволяет выбрать внешний редактор для изменения управляющей программы.



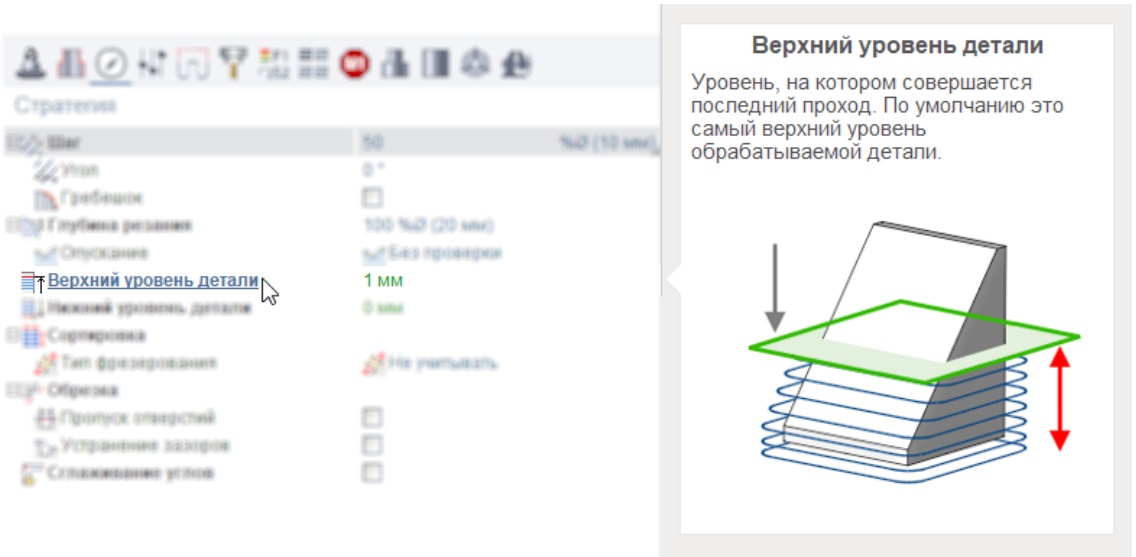
Опция <**Показывать инструменты эксперта**> используется для отображения инструментов, которые могут быть полезными для опытных пользователей.

5 https://msdn.microsoft.com/ru-ru/windows/compatibility/pca-scenarios-for-windows-8

© 2025 ООО СПРУТ Технология



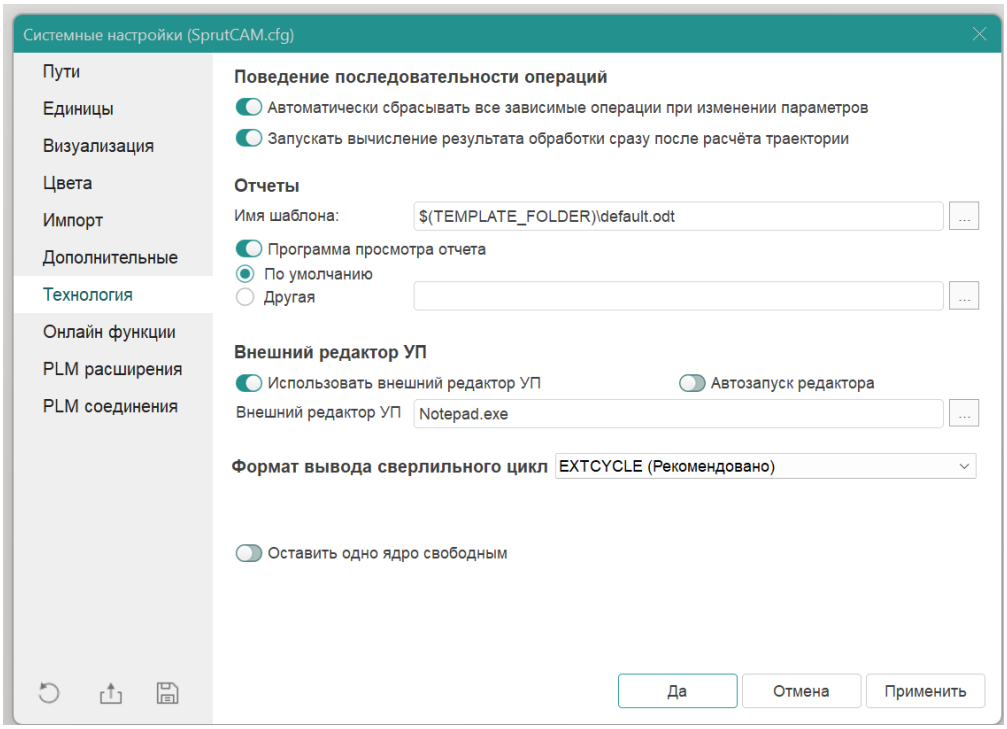
Опция <**Показывать умные подсказки**> включает/отключает видимость умных подсказок.



Сопутствующие ссылки:

Окно системных установок(see page 138)

3.3.7 Закладка <Технология>



Данное окно предназначено для настройки параметров генерации расчетно-технологической карты (РТК)(see page 421) и технологических настроек системы. РТК формируется в формате HTML.

При создании РТК используется файл-шаблон. С CAM системой поставляются несколько готовых шаблонов, из которых можно выбрать нужный. Так же существует возможность создавать свои файлы шаблонов, для этого необходимо знание языка HTML. За более подробной информацией по этому вопросу следует обращаться в службу поддержки(see page 28).

Созданный в формате HTML документ можно сразу сохранить, либо просмотреть и откорректировать его при необходимости. Для сохранения РТК без просмотра следует убрать галочку с опции <Программа просмотра РТК>.

Для просмотра созданного документа можно воспользоваться как программой по умолчанию, назначенной для данного типа файлов, так и программой определенной пользователем. Для задания другого приложения в качестве редактора документа следует указать полный путь до исполняемого файла приложения.

При помощи панели <**Поведение последовательности операций**> можно контролировать как будут вести себя операции при смене статуса рассчитана/сброшена. Опция <**Автоматически сбрасывать все зависимые операции при изменении параметров**> позволяет выполнять автоматический сброс траектории операций при изменении входных данных, которые приходят от предыдущих операций тех. процесса. Опция <**Запускать вычисление результата обработки сразу после расчета траектории**> позволяет выполнять моделирование в фоновом режиме сразу после формирования готовой траектории.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Опция <**Использовать внешний редактор УП**> позволяет указать внешнюю программу для просмотра готовой УП. В командной строке можно использовать ключевые слова, которые система при вызове программы заменит на соответствующие параметры:

- <$NCOUTPUTNAME$> – имя файла программы, созданного постпроцессором,
- параметры вида <$CD.<ItemName>$> – система заменит такие ключи в командной строке на соответствующие строки из пользовательских данных.

Опция <**Автозапуск редактора**> позволяет включить автоматический запуск внешнего редактора сразу после того, как была сформирована управляющая программа.

Для совместимости с постпроцессорами старых версий в системе предусмотрена возможность изменять формат вывода сверлильного цикла (при использовании не развернутого способа вывода траектории операции обработки отверстий(see page 791)). Одноименный параметр в окне может принимать следующие значения.

- <EXTCYCLE (рекомендуется)>. Будет использован новый формат цикла EXTCYCLE. Данный цикл отличается расширенным набором параметров, включает все стратегии обработки, которые реализованы в системе, а также позволяет реалистично моделировать перемещения инструмента согласно выбранной стратегии.
- <CYCLE (для старых постпроцессоров)>. Будет использован старый формат цикла CYCLE. Данный цикл не может быть использован для некоторых стратегий имеющихся в системе (например, выборки отверстия и обработки по спирали). Также этот цикл моделирует любую стратегию обработки только как простое опускание до нижнего уровня отверстия. Данный формат необходим для совместимости с постпроцессорами старых версий, в которых не реализована подпрограмма обработки для технологической команды EXTCYCLE.

Опция <**Заблокировать моделирование**> позволяет выполнять моделирование без удаления материала. Инструмент перемещается по траектории, но удаления материала не происходит. Опцию следует использовать на медленных компьютерах.

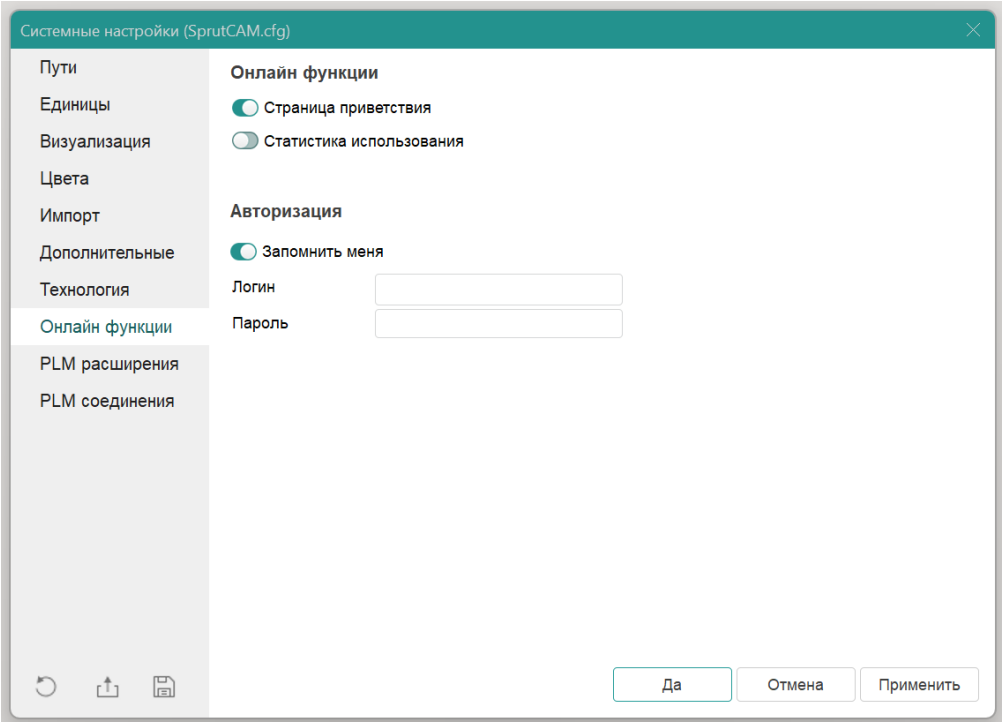
Опция <**Оставить одно ядро свободным**> позволяет оставить одно ядро процессора свободным в многоядерных вычислениях (требуется перезагрузка).

Сопутствующие ссылки:

Окно системных установок(see page 138)

3.3.8 Закладка <Онлайн функции>

Данная закладка используется для управления онлайн функциями.



Опция <**Страница приветствия**> устанавливает видимость страницы приветствия при запуске системы.

Опция <**Интеграция с Onshape**> устанавливает видимость пункта меню "Импорт из Onshape".

Панель <**Авторизация**> предназначена для сохранения информации об авторизации.

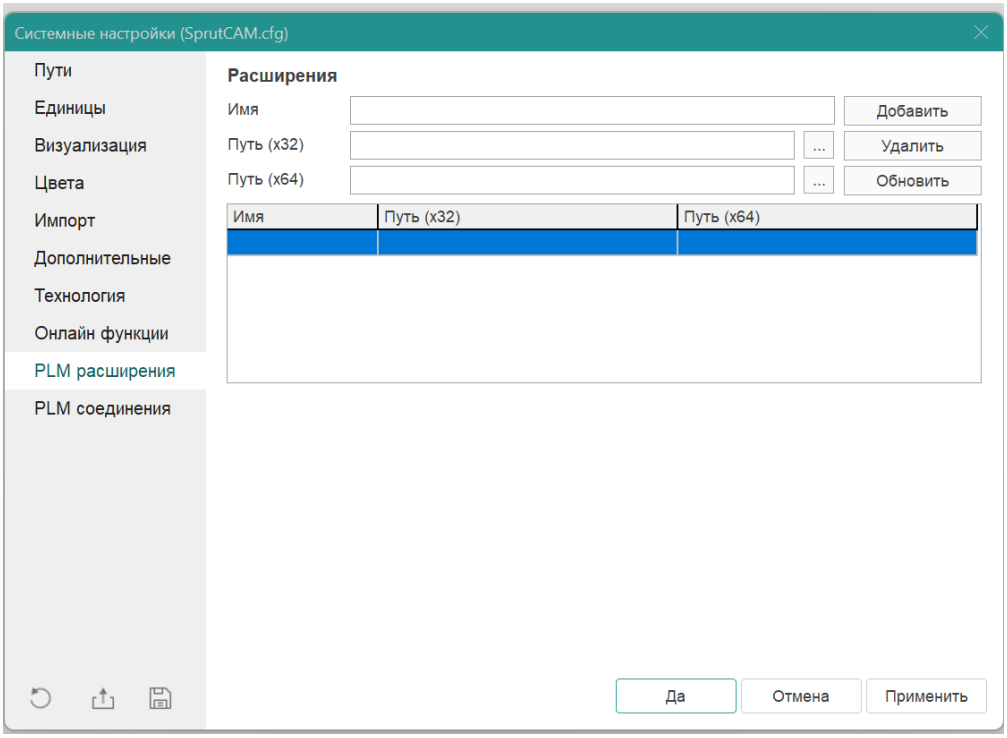
Сопутствующие ссылки:

Окно системных установок(see page 138)

3.3.9 Закладка <PLM расширения>

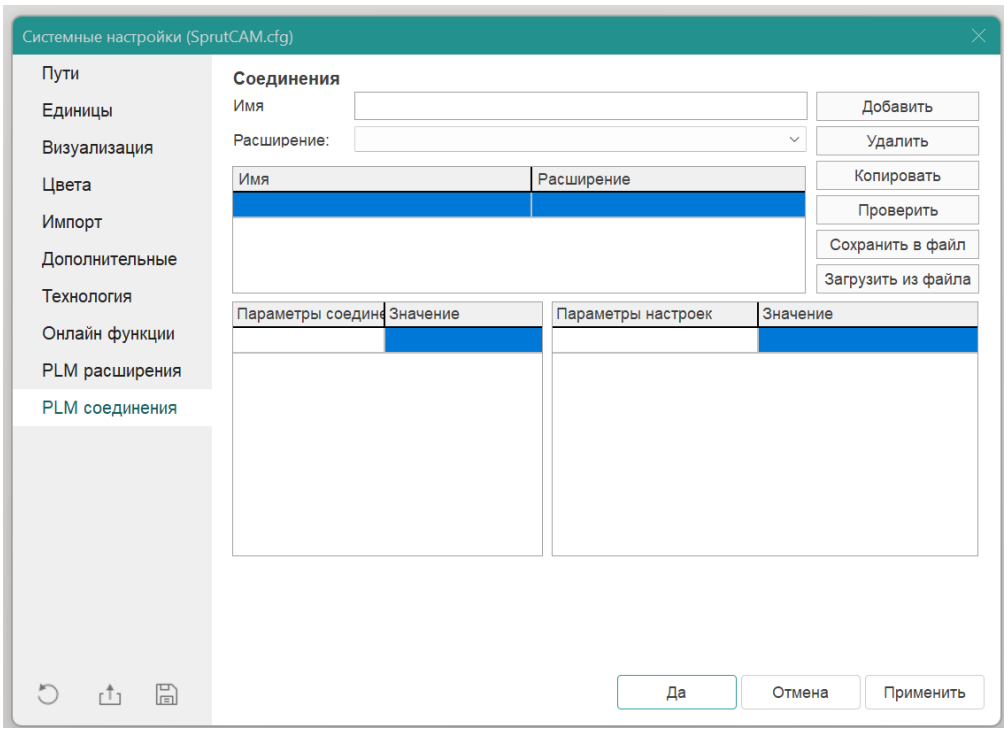
На этой закладке производится настройка PLM-расширений для PLM-системы Teamcenter. Особенности настройки описаны на странице Настройка PLM-расширения. Описание модуля интеграции с PLM-системой Teamcenter расположено по этой ссылке Модуль интеграции с PLM-системой Teamcenter.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



3.3.10 Закладка <PLM соединения>

На этой закладке производится настройка PLM-соединений для PLM-системы Teamcenter. Особенности настройки описаны на странице Настройка PLM-соединения. Описание модуля интеграции с PLM-системой Teamcenter расположено по этой ссылке Модуль интеграции с PLM системой TeamCenter



3.4 Используемые файлы обмена данными

Смотри вложенные страницы

3.4.1 Файлы проектов

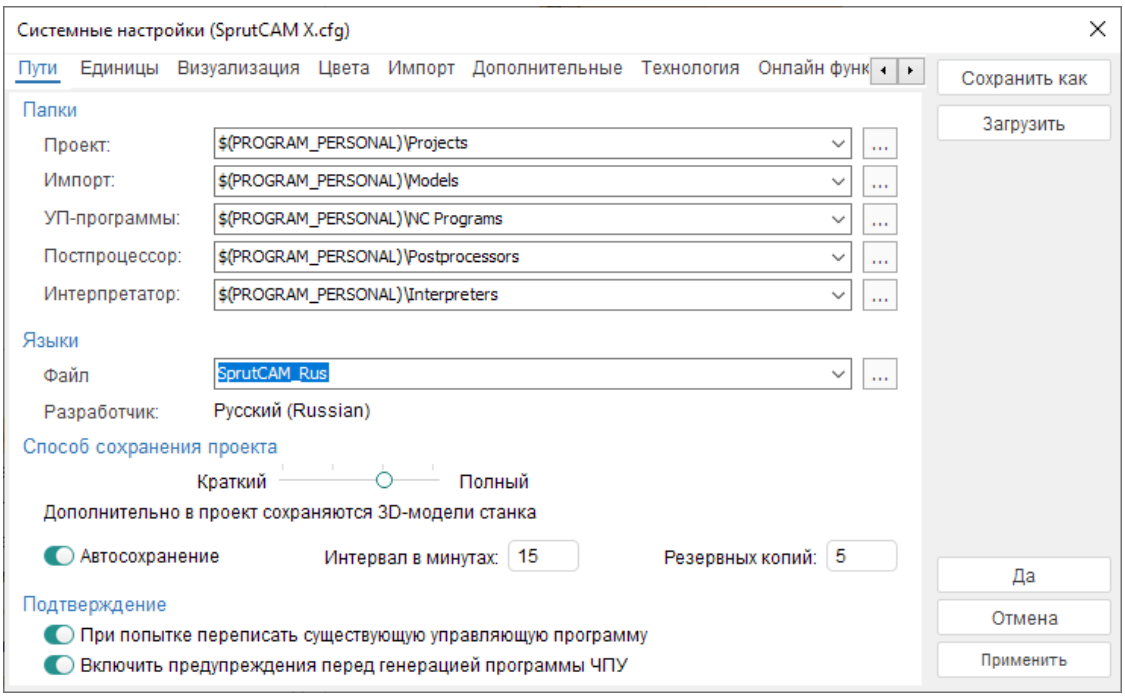
Проект - это файл с расширением .stcp, сохраненный на диске (ранее использовалось расширение ".stc"). Внутри себя он содержит информацию, которую пользователь сформировал во время работы в системе, создавая программу для обработки конкретной детали, и которая минимально необходима для последующего восстановления ее в приложении. Например, это такая информация как

- Геометрическая модель детали и заготовки.
- Технология обработки - список операций в определенном порядке. Каждая операция содержит всю необходимую информацию чтобы обработать отдельную область детали - ссылки на геометрические кривые или поверхности, параметры стратегии обработки (флаги последовательности, шаги, точности и т.п.).
- Информация о необходимом оборудовании: параметры станка, список инструментов.
- Результирующая траектория в форме машинно независимой CLDATA.

Формат хранения данных внутри stcp-файла представляет собой подобие многофайлового архива. Благодаря этому имеется возможность сохранять внутрь проекта некоторые файлы (помимо описанной выше информации), которые нужны для полноценной работы с проектом, но которые хранятся отдельно на компьютере. В результате проект можно будет полноценно перенести и открыть на любом другом компьютере. Это могут быть такие файлы как файлы схемы станка, файлы 3D моделей инструментов. При обычной работе пользователя на своем компьютере проект ссылается на соответствующие внешние файлы, а внутрь stcp-файла записывается их копия. Однако если проект затем переносится на другой компьютер и нужного внешнего файла не оказывается, то система переключается на работу с той версией файла, которая сохранена внутри проекта. Ввиду того что хранение дополнительных файлов внутри проекта может увеличить его размер, данная возможность может быть отключена в настройках системы.

Режимы сохранения проекта переключаются в окне системных установок(see page 139).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



- Краткий режим. Сохраняются только минимальные исходные данные (геометрическая модель, системы координат, операции и их параметры), вся рассчитываемая информация не сохраняется.
- Первый промежуточный режим. В дополнение к предыдущему сохраняется рассчитанная траектория.
- Второй промежуточный режим. Внешние файлы, на которые ссылается проект, копируются внутрь него: 3D модели используемого оборудования и т.п.
- Полный режим. Дополнительно ко всему перечисленному выше сохраняются промежуточные состояния заготовки и данные кэша геометрии.

Для управления проектами используйте кнопки Сохранить и Открыть на главной панели(see page 76). Проекты также могут быть открыты с использованием функции < Drag and drop >, т.е. обычным "перетаскиванием" файла проекта в рабочее окно приложения, а так же передаваться параметром при запуске CAM системы из командной строки.

3.4.2 Импортируемые файлы

В CAM системе имеется возможность импортировать геометрическую модель из любых конструкторских или дизайнерских систем (CAD-систем или моделеров) через файлы обмена данными форматов:

- IGES (*.igs, *.iges)(see page 205);
- STEP (*.step, *.stp)(see page 207);
- DXF (*.dxf)(see page 207);
- PostScript (*.ps, *.eps)(see page 208);
- STL (*.stl)(see page 210);
- PLY (*.ply)(see page 210);
- AMF (*.amf)(see page 211);
- VRML (*.vrl)(see page 211);
- SW (*.sldasm, *.sldprt)(see page 213);
- SE (*.asm, *.par, *.psm, *.pwd)(see page 213);

или напрямую из систем

- Rhinoceros (*.3dm)(see page 212);
- Parasolid (x_t; x_b)(see page 212).

Набор импортируемых файлов зависит от конфигурации системы и может изменяться опционально.

Набор импортируемых форматов файлов может быть расширен подключением дополнений через Мастер дополнений(see page 219). Дополнения ориентированы на настройку совместной работы CAM системы с различными CAD-системами и позволяют ему напрямую открывать файлы проектов этих систем.

Геометрическая модель обрабатываемой детали, заготовки, технологической оснастки может быть подготовлена в любой конструкторской или дизайнерской системе и передана в CAM систему через один из поддерживаемых форматов передачи данных. CAM система хорошо интегрируется с любой CAD-системой. Внутренняя модель поддерживает различные формы представления твердотельных, поверхностных, сеточных и криволинейных геометрических объектов. Благодаря этому, представление геометрической информации в CAM систему, практически не отличается от внутреннего представления геометрии в большинстве CAD-систем, что актуально для исключения искажения модели при передаче из одной системы в другую.

3.4.3 Экспорт объектов в DXF

Геометрические объекты CAM системы могут быть сохранены в формате DXF. В текущей версии экспортируются только точки и кривые(see page 174). Текст(see page 250), созданный в системе, сохраняется в виде сплайнов. Контуры, построенные в среде построения 2D геометрии(see page 267), сохраняются расположенными в плоскости XY, независимо от реальной ориентации локальных систем координат(see page 110).

3.4.4 Файлы настройки постпроцессора

Файлы настройки постпроцессора на конкретную систему ЧПУ имеют расширение SPPX (*.sppx). Для настройки на каждую систему ЧПУ создается свой файл настройки. Файл настройки содержит всю необходимую информацию о стойке ЧПУ и подпрограммы обработки технологических команд. Файл необходим постпроцессору для преобразования набора технологических команд в управляющую программу для этой стойки. Файлы используются постпроцессором, а создаются и редактируются < Генератором постпроцессоров >. Файлы настройки постпроцессора до версии CAM системы 8.1 имели расширение *.spp. Данные постпроцессоры поддерживаются текущей версией системы и в случае необходимости могут быть преобразованы в формат *.sppx.Ранние версии CAM системы работали с постпроцессорами, описанными в двух файлах с совпадающими именами, но разными расширениями (*.inp и *.ppp). Существующие файлы *.ppp могут быть использованы для генерации управляющих программ(see page 419) и в текущей версии. Но если требуется преобразование в новый формат или редактирование файла настройки при помощи < Генератора постпроцессоров >, то необходимы оба файла (*.inp и *.ppp).

Файлы постпроцессоров могут находиться внутри зашифрованных zip-контейнеров(see page 157) с расширением .stfc.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.4.5 Файлы управляющих программ

Управляющая программа генерируется(see page 419) постпроцессором путем преобразования последовательности технологических команд в последовательность команд для выбранной стойки ЧПУ по правилам, описанным в файле настройки постпроцессора (*.sppx)(see page 155).

УП выводится постпроцессором в обычный текстовый файл. Имя файла может быть задано в постпроцессоре непосредственно перед генерацией. Расширение выходного файла указывается в файле настройки постпроцессора на стойку ЧПУ (*.sppx)(see page 155). То есть, управляющие программы для различных стоек ЧПУ могут иметь разные расширения, потому что для их генерации используются разные файлы настройки.

Передача управляющей программы с компьютера, на котором установлена CAM система, непосредственно на станок, может осуществляться любым принятым на предприятии способом.

3.4.6 Файлы настройки интерпретатора

Файлы настройки интерпретатора на конкретную систему ЧПУ имеют расширение SNCI (*.snci). Для настройки на каждую систему ЧПУ создаётся свой файл настройки. Файл настройки содержит информацию о стойке ЧПУ и ссылку на программную библиотеку, которая реализует интерпретацию текста управляющей программы в набор технологических команд для этой стойки.

Файл интерпретатора используется при включении режима Моделирование обработки по управляющей программе(see page 1616) и в операциях на основе текста управляющей программы(see page 1688).

Файлы настройки интерпретаторов могут находиться внутри зашифрованных zip-контейнеров(see page 157) с расширением .stfc.

Сопутствующие ссылки:

Создание собственного интерпретатора[6]

3.4.7 Файлы схемы станка

CAM система использует схему станка для хранения и описания кинематической модели оборудования (станков с ЧПУ, роботов и т.д.), его имени, системы ЧПУ, используемого файла постпроцессора и некоторых других параметров. Обычно схема состоит из основного XML-файла и нескольких дополнительных файлов, которые содержат 3D-модель для каждого из узлов станка. Они могут иметь расширение .osd и .stl и располагаться либо рядом с файлом XML, либо в подпапке. Файлы схемы станков также могут быть помещены в зашифрованные zip-контейнеры(see page 157) с расширением .stfc или могут располагаться внутри файлов проекта .stcp.

Используйте Окно выбора станка(see page 408) для выбора схемы нужного станка.

6 https://docs.sprut.ru/Interpreters/18/ru/10292.html

3.4.8 Зашифрованные контейнеры .stfc

Зашифрованный контейнер - это файл с расширением .stfc, который является zip-архивом. Некоторые файлы в этом архиве могут быть зашифрованы. Чтобы расшифровать и использовать их, обычно требуется отдельная лицензия для каждого контейнера

Контейнер может содержать любые файлы, которые могут понадобиться для работы с системой, например:

- постпроцессоры(see page 155),
- интерпретаторы(see page 156),
- схемы станка(see page 156),
- файлы описания параметров дополнительных операций(see page 1703).

Обратитесь к своему дилеру для получения лицензии на нужный контейнер. Используйте менеджер лицензий,(see page 159) чтобы активировать лицензию для контейнера.

3.4.9 Файлы наладки

Файл наладки - это файл с расширением .stms. Внутри себя он содержит информацию о наладке станка на определённую обработку и предназначен для быстрого создания проекта по шаблону. Формат хранения данных внутри файла наладки аналогичен формату проекта(see page 153).

Для управления файлами наладки используйте кнопки "Сохранить как файл наладки", "Импорт из файла наладки" и "Создать проект из файла наладки" на главной панели(see page 76).

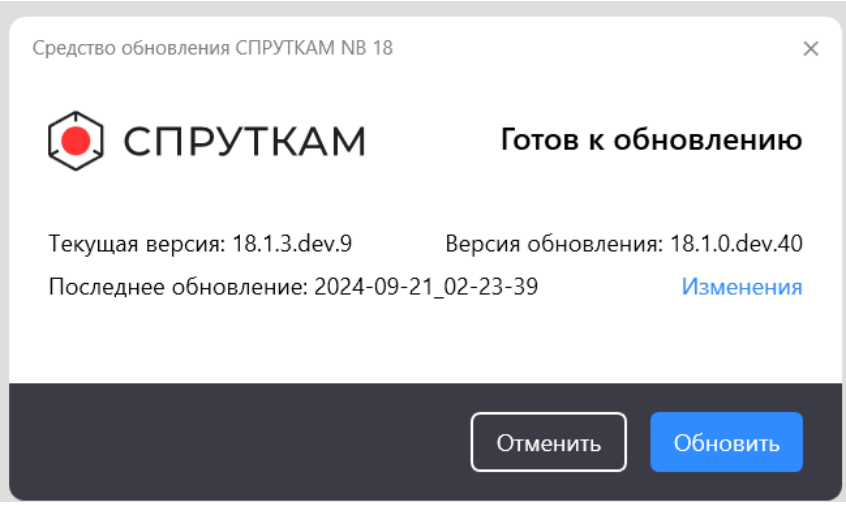
Подробнее работа с файлами наладки описана здесь: Файл наладки (шаблон проекта)(see page 88).

3.5 Система обновления

CAM система проверяет наличие обновлений при каждом запуске. Система автоматически загружает и проверяет все необходимые данные. Процесс загрузки данных не прерывается при закрытии CAM системы.

После загрузки и проверки всех необходимых данных, будет предложено обновить систему:

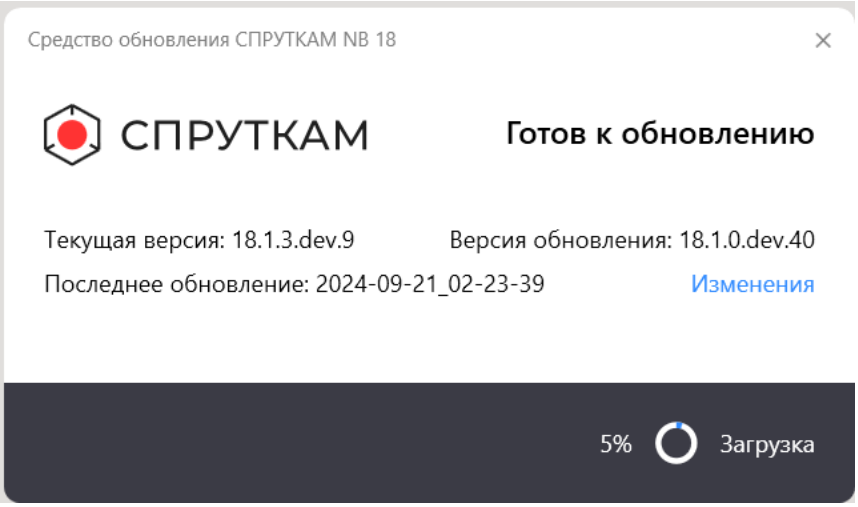
© 2025 ООО СПРУТ Технология



- Кнопка <**Никогда**> отменяет обновление. Система больше не будет проверять наличие обновлений, пока не будет включена соответствующая опция в Окне системных установок. Проверить наличие обновлений можно в окне Версия.
- Кнопка <**Позже**> отменяет обновление. Система предложит провести обновление при следующем запуске.
- Кнопка <**Обновить**> запускает процесс обновления.

Процесс обновления

Процесс обновления CAM системы состоит из трёх шагов:

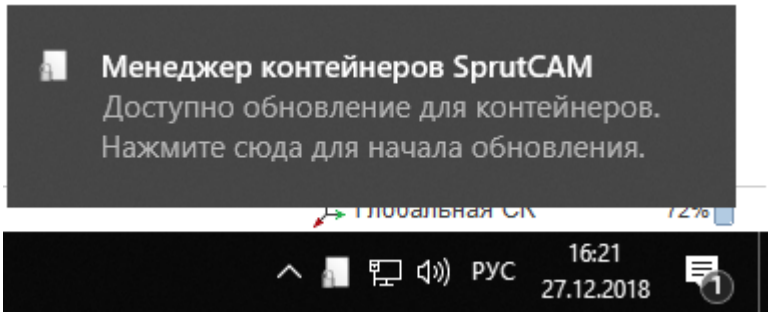


- <**Закройте CAM систему**> - система ожидает, пока пользователь сохранит все проекты и закроет CAM систему. После чего запуск CAM системы будет заблокирован до окончания процесса обновления. Для отмены процесса обновления необходимо закрыть окно Обновление CAM системы.
- <**Обновление**> - система выполняет обновление CAM системы. Возможен запрос прав администратора для завершения процесса.
- <**Завершение обновления**> - система удаляет все временные файлы, необходимые для обновления.

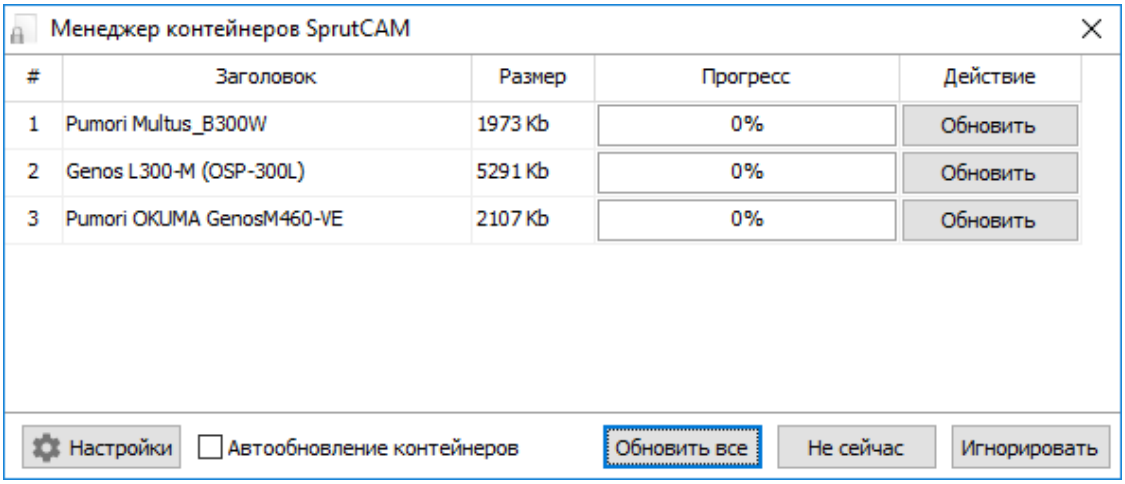
После завершения этих шагов будет закрыто окно Обновление CAM системы и запущена CAM система.

3.6 Менеджер контейнеров

В CAM системе добавлен менеджер контейнеров, который автоматически скачивает и обновляет файлы контейнеров (.stfc) при условии наличия лицензий на соответствующие контейнеры.
Проверка наличия неустановленных контейнеров и обновлений для файлов контейнеров происходит при каждом запуске CAM системы и при установке лицензии на контейнер через менеджер лицензий.
При наличии неустановленных контейнеров или обновлений будет предложено их скачать во всплывающем сообщении:



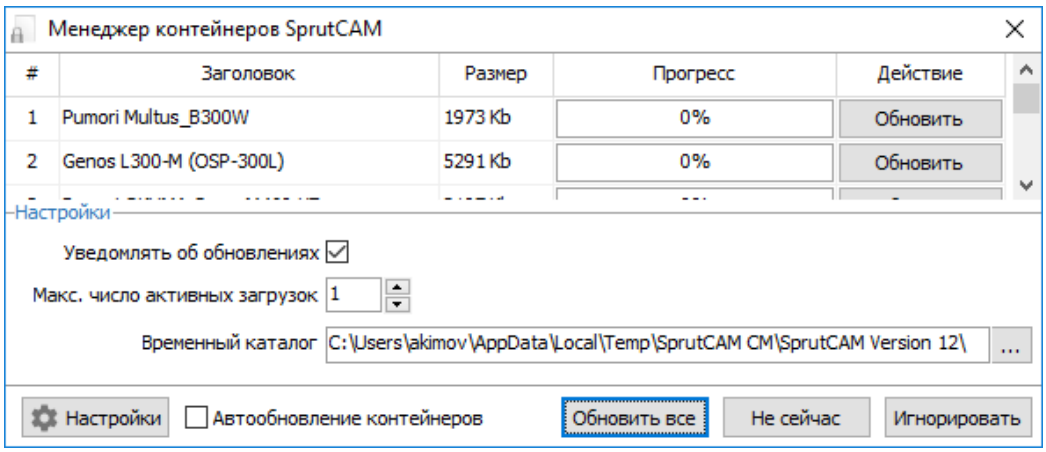
При нажатии на сообщение или на иконку в трее появится окно со списком контейнеров, которые можно скачать/обновить:



- Кнопка <**Обновить**> запускает процесс скачивания и обновления соответствующего контейнера.
- Кнопка <**Обновить все**> запускает процесс скачивания и обновления всех контейнеров в списке.
- Кнопка <**Не сейчас**> отменяет скачивание/обновление контейнеров и сворачивает менеджер контейнеров в трей. Система предложит провести обновление при следующем запуске.
- Кнопка <**Игнорировать**> отменяет скачивание/обновление контейнеров и сворачивает менеджер контейнеров в трей. Система больше не будет показывать сообщение о наличии обновлений, пока не будет включена опция <**Уведомлять об обновлениях**> на панели настроек менеджера контейнеров.
- Флаг <**Автообновление контейнеров**> устанавливает режим автоматического скачивания/обновления контейнеров без уведомления пользователя.

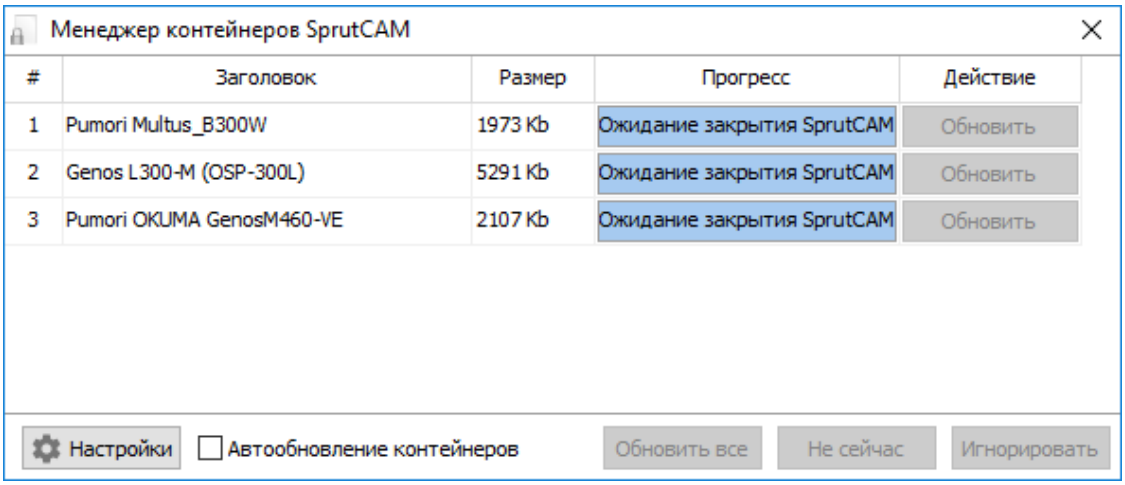
- Кнопка <**Настройки**> отображает/скрывает панель настроек менеджера контейнеров:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



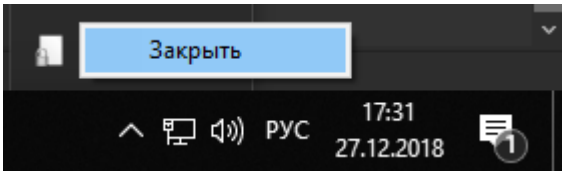
- Флаг <**Уведомлять об обновлениях**> включает/выключает уведомления пользователя об обновлениях контейнеров. При нажатии на кнопку <**Игнорировать**> флаг убирается.
- Поле <**Макс. число активных загрузок**> устанавливает число одновременных загрузок контейнеров. При наличии медленного интернета рекомендуется выставить значение "1".
- Поле <**Временный каталог**> устанавливает каталог для временного хранения скачиваемых файлов контейнеров.

При старте процесса скачивания файлы контейнеров будут сохраняться во временный каталог, указанный на панели настроек. После завершения процесса скачивания менеджер контейнеров будет ожидать закрытия CAM системы, чтобы переместить скачанные файлы в каталог для хранения контейнеров CAM системы.



По окончанию работы менеджер контейнеров CAM системы закроется автоматически.

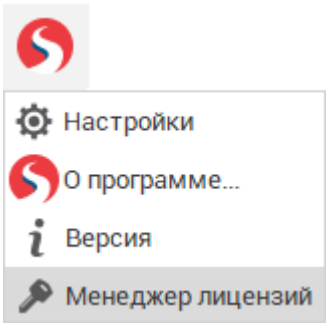
Для принудительного закрытия менеджера контейнеров необходимо нажать правой кнопкой мыши на иконку программы в трее и в контекстном меню выбрать <**Закрыть**>:



В случае принудительного закрытия приложения будут прекращены все активные закачки, ранее скачанные контейнеры не будут перемещены в каталог для хранения контейнеров CAM системы. При следующем запуске потребуется заново скачать контейнеры, обновление которых было прекращено.

3.7 Менеджер лицензий

В менеджере лицензий собраны функции по работе с лицензиями на CAM системе и лицензиями на его модули.



Для запуска менеджера следует воспользоватся пунктом <**Менеджер лицензий**> в выпадающем списке главного меню.

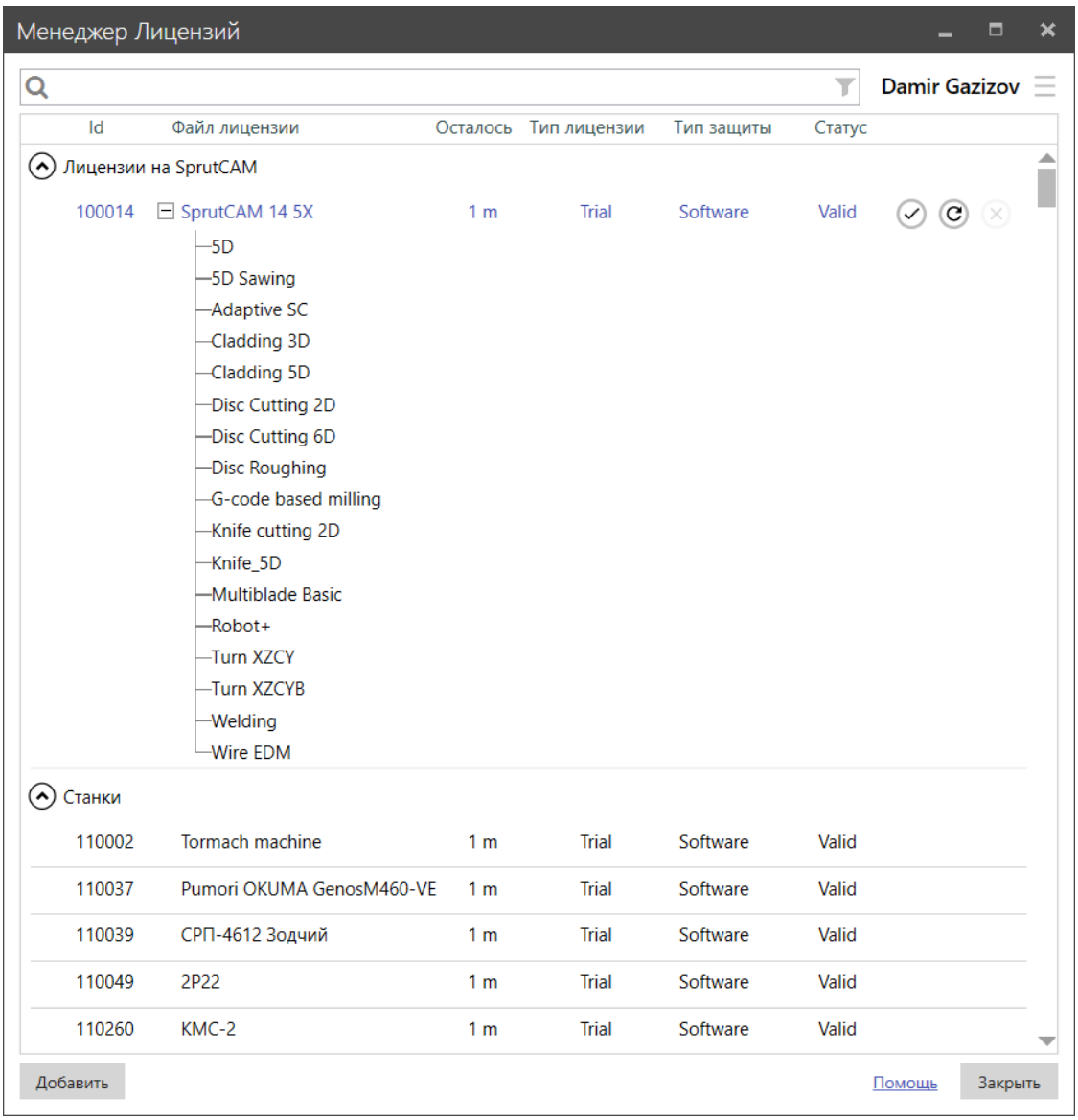
*Информация: Менеджер лицензий открывается автоматически если нет доступных лицензий или если включена опция <**Открывать при каждом запуске**>.*

Каждому пользователю CAM системы доступен личный кабинет, в котором находятся все доступные лицензии и функции.

Информация: Доступ в личный кабинет осуществляется по логину/паролю и требует наличия доступа к интернету. Для получения данных для авторизации следует обратиться к дилеру CAM системы.

Главное окно менеджера представлено ниже.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Верхнюю часть окна занимает список уже имеющихся на компьютере лицензий на CAM систему, их статус и краткая информация по составу и оставшемуся времени работы.

В нижней части окна справа расположена кнопка помощи и кнопка закрытия менеджер лицензий.

В верхней части окна размещается окно поиска и фильтр лицензий.
Все лицензии делятся на:

1) Лицензии CAM системы.

2) Лицензии на Постпроцессоры.

3) Лицензии на Машины.

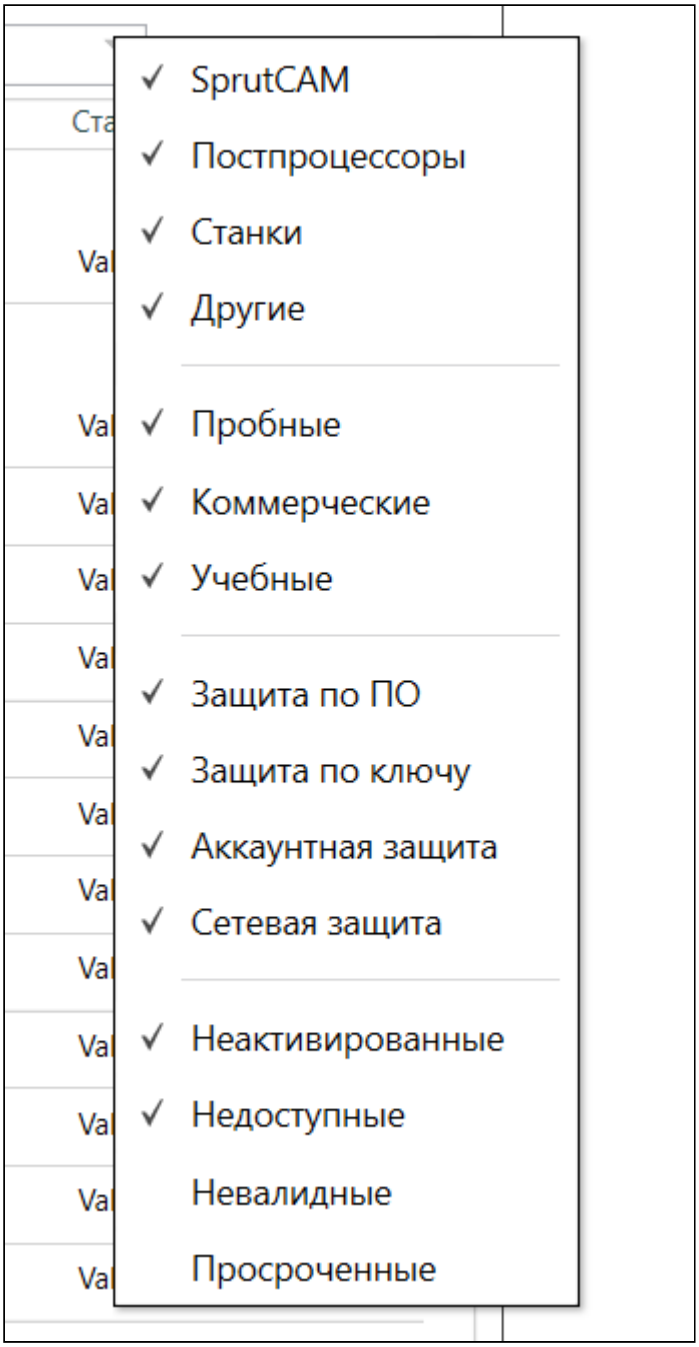
4) Другие лицензии на контейнеры.

5) Тип лицензии (Пробные, Коммерческие, Учебные).

6) Тип защиты (Защита по ПО, Защита по ключу, Аккаунтная защита, Сетевая защита).

7) Статус лицензии (Неактивированные, Недоступные, Невалидные, Просроченные).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



При наведении курсора мыши на строку с лицензией, отображается область с 3 кнопками справа:



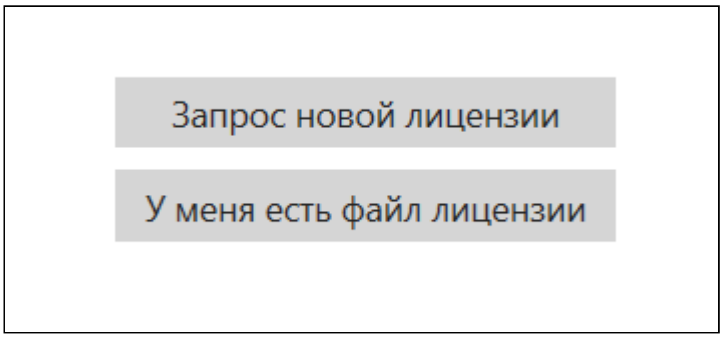
<**Активировать**> - Выполняет активацию лицензии.

<**Обновить**> - Обновляет информацию о текущей лицензии.

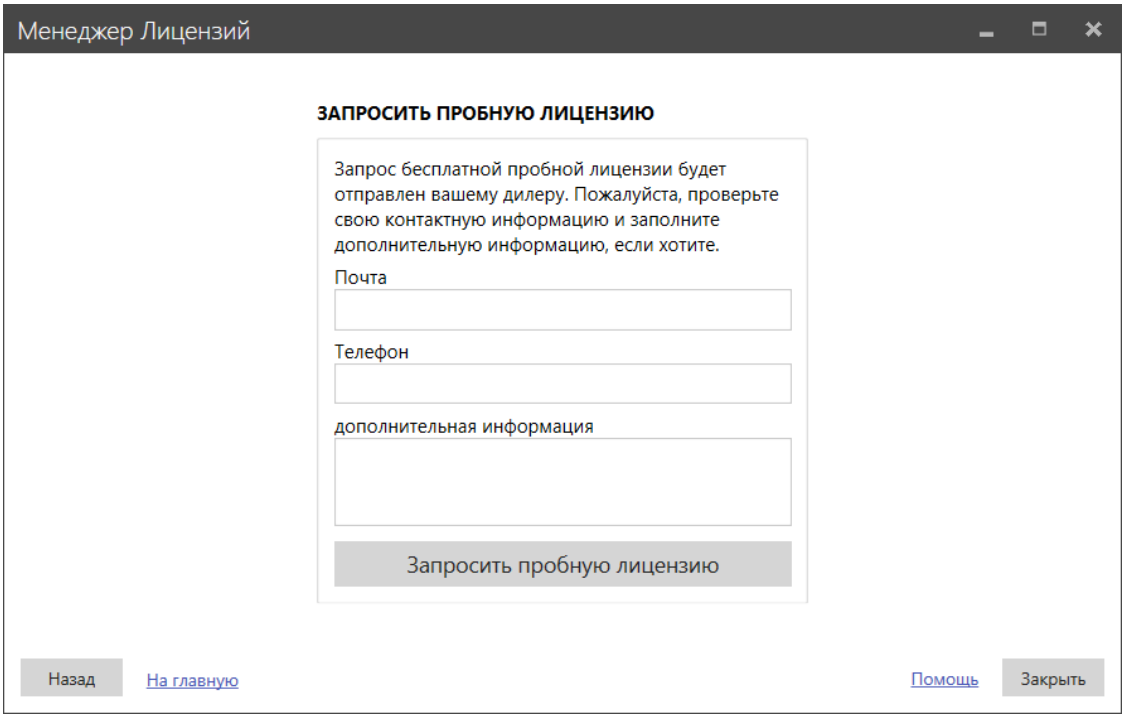
<**Деактивировать**> - Деактивировать текущую лицензию.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

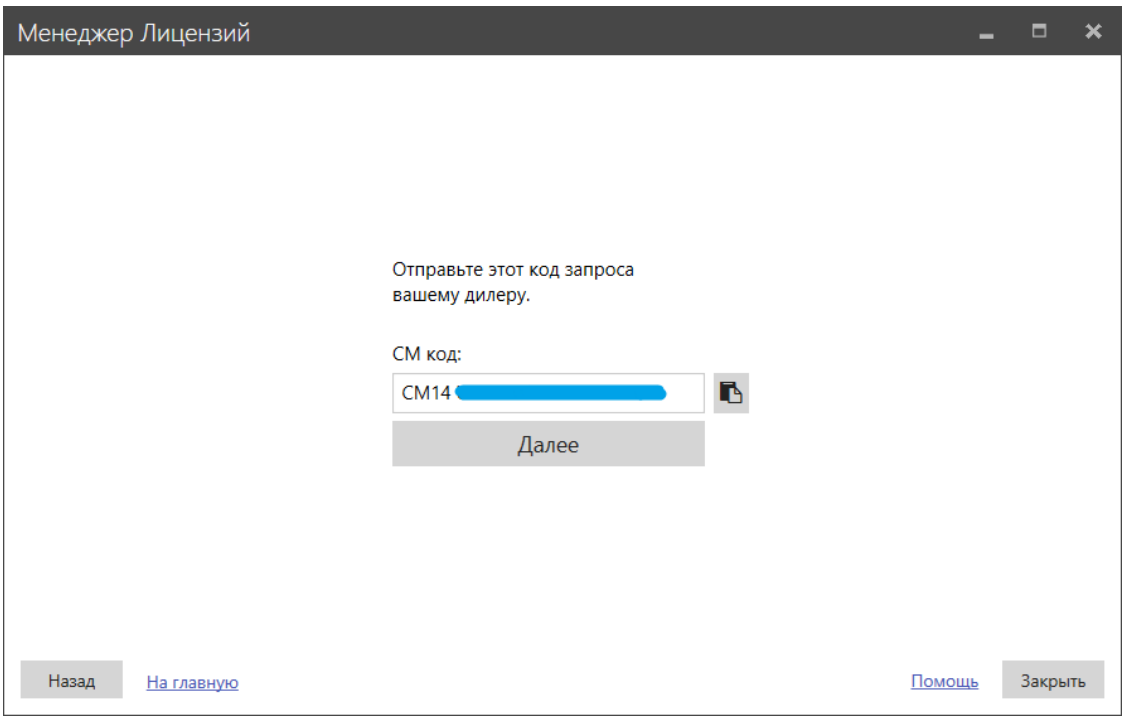
В нижней части окна слева находится кнопка <**Добавить**>, при нажатии открывается эта страница:



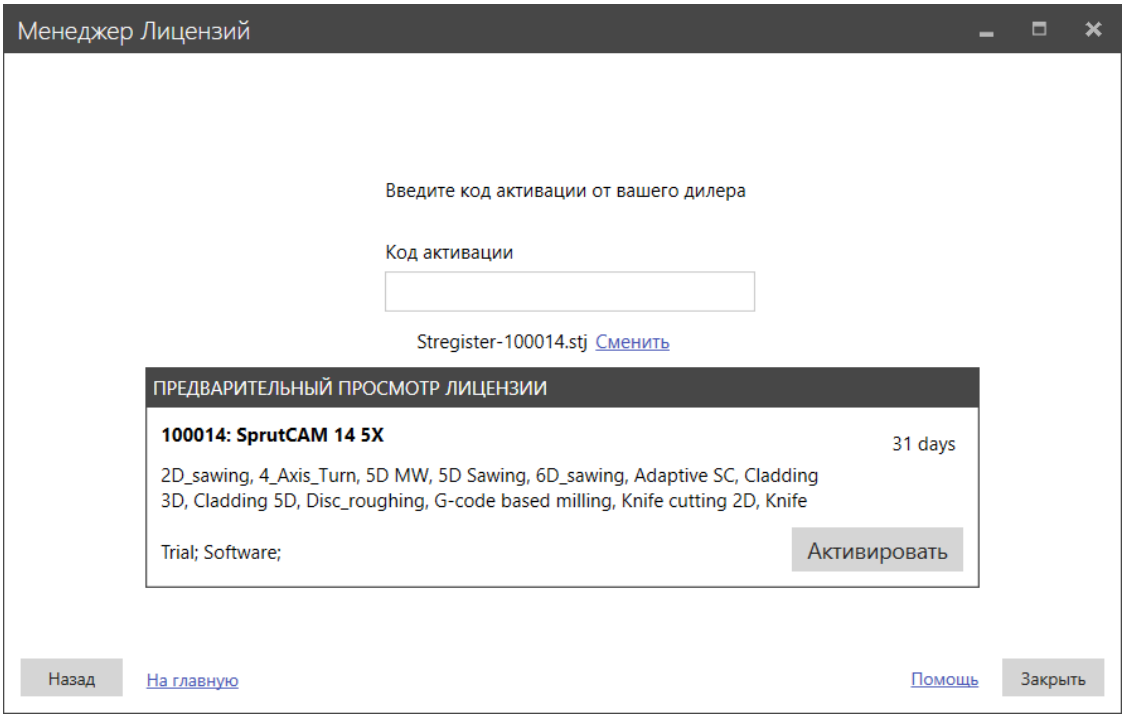
<**Запрос новой лицензии**> - Открывает окно запроса лицензии.



Если у вас нет подключения к Интернету, при нажатии на кнопку <Запрос новой лицензии>, откроется окно с возможностью получения СМ-кода для активации автономной лицензии:

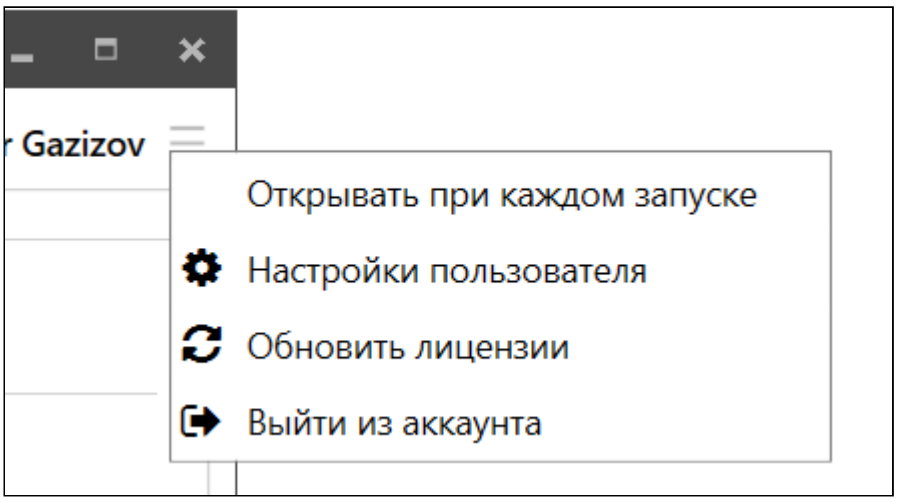


<**У меня есть файл лицензии**> - Открывает диалоговое окно выбора файла лицензии. Этот пункт меню полезен при установке CAM системы на чистый компьютер с помощью онлайн-установщика.



В верхней правой части окна есть выпадающее меню с дополнительными функциями:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



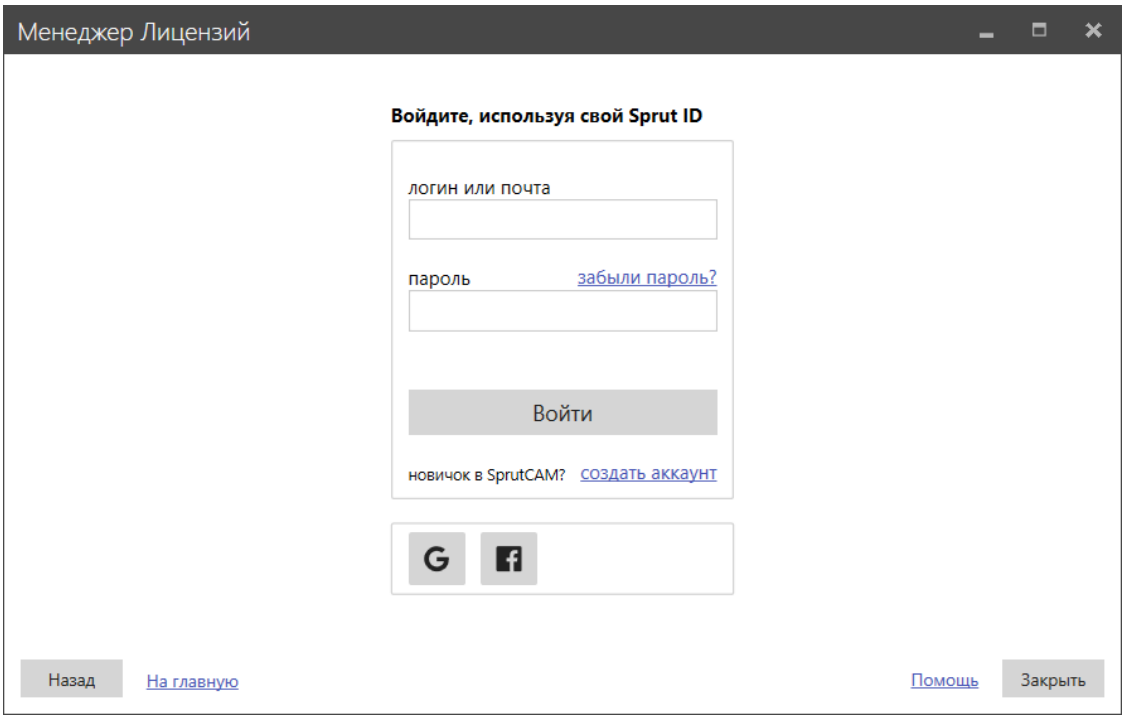
<**Открывать при каждом запуске**> - Включает/выключает запуск менеджера лицензий при каждом запуске CAM системы.

<**Настройки пользователя**> - Открывает окно с настройками пользовательских данных.

<**Обновить лицензии**> - Обновляет список лицензий.

<**Выйти из аккаунта**> - Выход из текущей учетной записи авторизованного пользователя.

Ниже представлено страница авторизации:



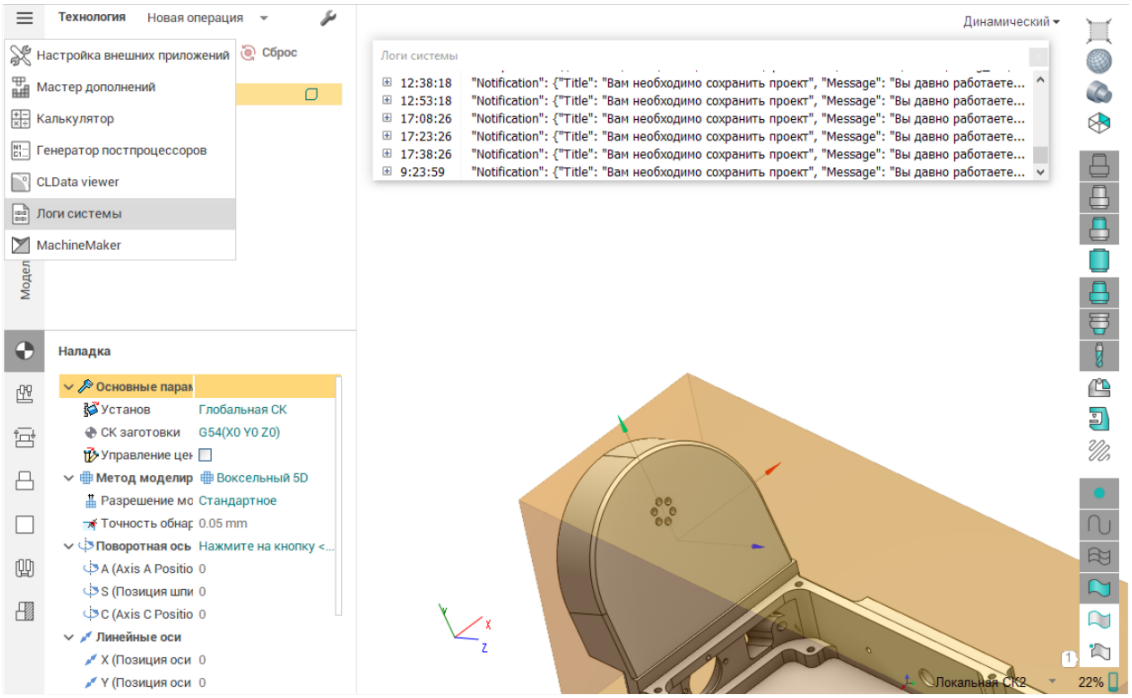
Страница позволяет: войти в личный кабинет, восстановить забытый пароль, зарегистрировать нового пользователя, а также доступна возможность авторизации через социальные сети.

После авторизации будет доступен список лицензий с сервера.

3.8 Логи системы

Имеется возможность просмотреть список основных событий, произошедших в приложении, начиная с момента его запуска.

События отображаются в отдельном окне, которое можно вызвать из меню Утилиты/Логи системы.

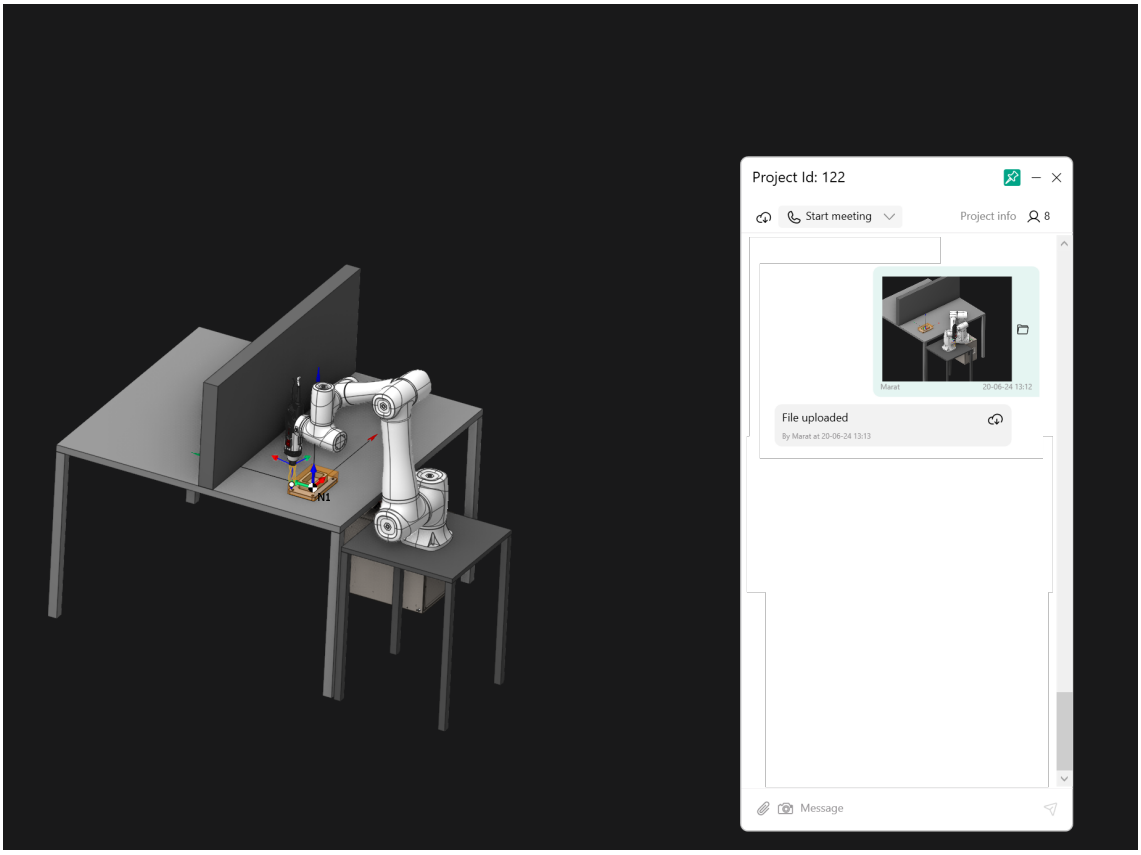


Каждое событие содержит время возникновения и описание. Если описание не помещается в одну строку, то вначале строки появляется кнопка "Развернуть". В зависимости от типа события они могут отрисовываться разными цветами - красный для ошибок, желтый для предупреждений и белый для обычных сообщений.

Это может быть полезно, к примеру, при возникновении проблем. Здесь можно отследить детали и попытаться понять возможные причины.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3.9 Работа с командой в облаке



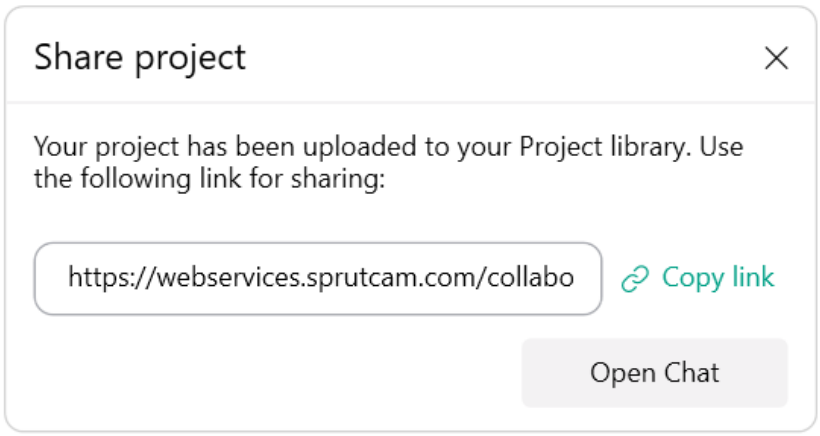
3.9.1 **Область применения:**

Работа с командой в облаке с акцентом на чат, общий доступ к проектам и совместимость с разными устройствами. Представьте себе рабочее пространство, где расстояние не имеет значения. Команды, расположенные географически или просто находящиеся в разных комнатах, могут беспрепятственно работать над проектами, делиться идеями в режиме реального времени и оставаться на связи, где бы они ни находились. В этом и заключается сила облачного взаимодействия.

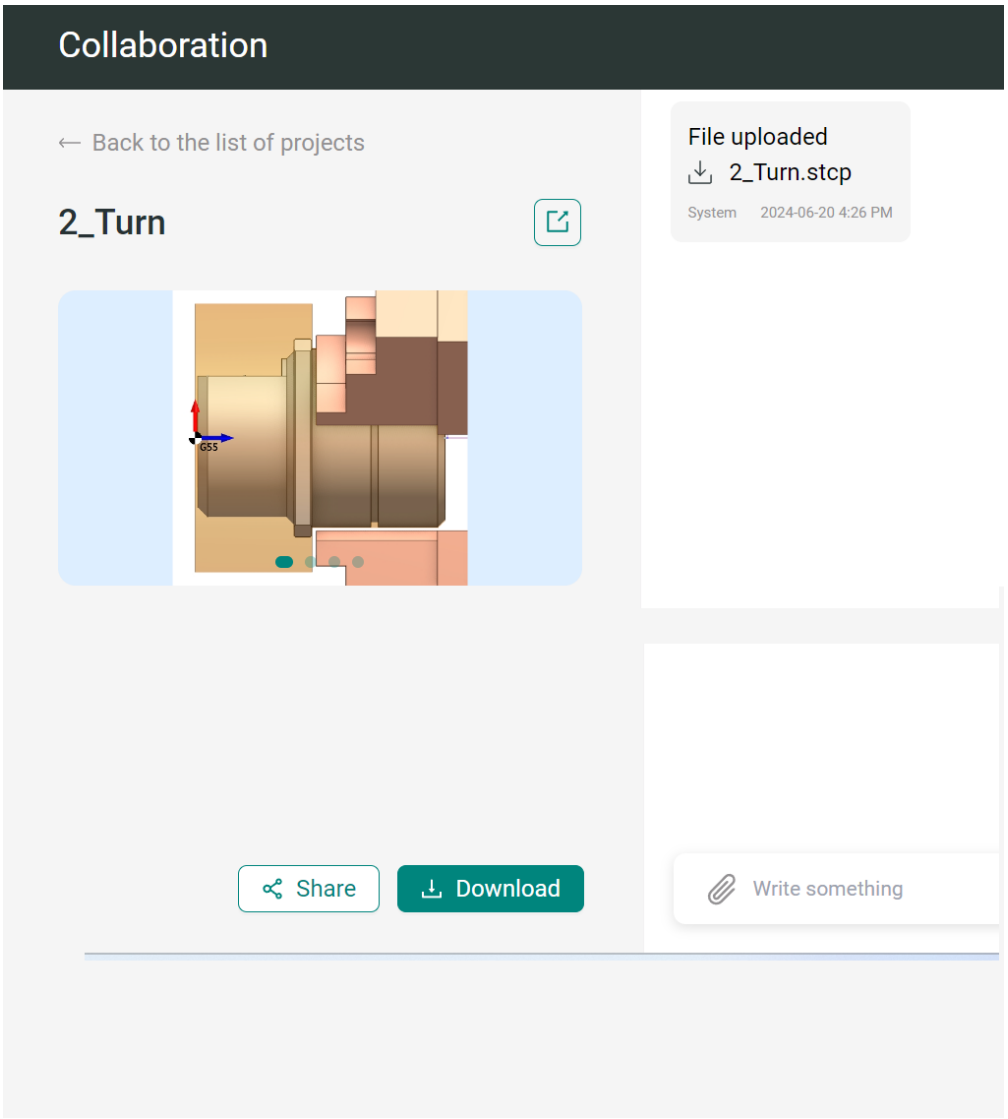
3.9.2 **Особенности работы с командой в облаке:**

1.Поделись своим проектом. При открытии проекта вы можете увидеть галочку в его названии, который означает что можно поделиться проектом с другим человеком. Перед вами появится окно, в котором вы сможете взять ссылку на проект чтобы поделиться со своей командой.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



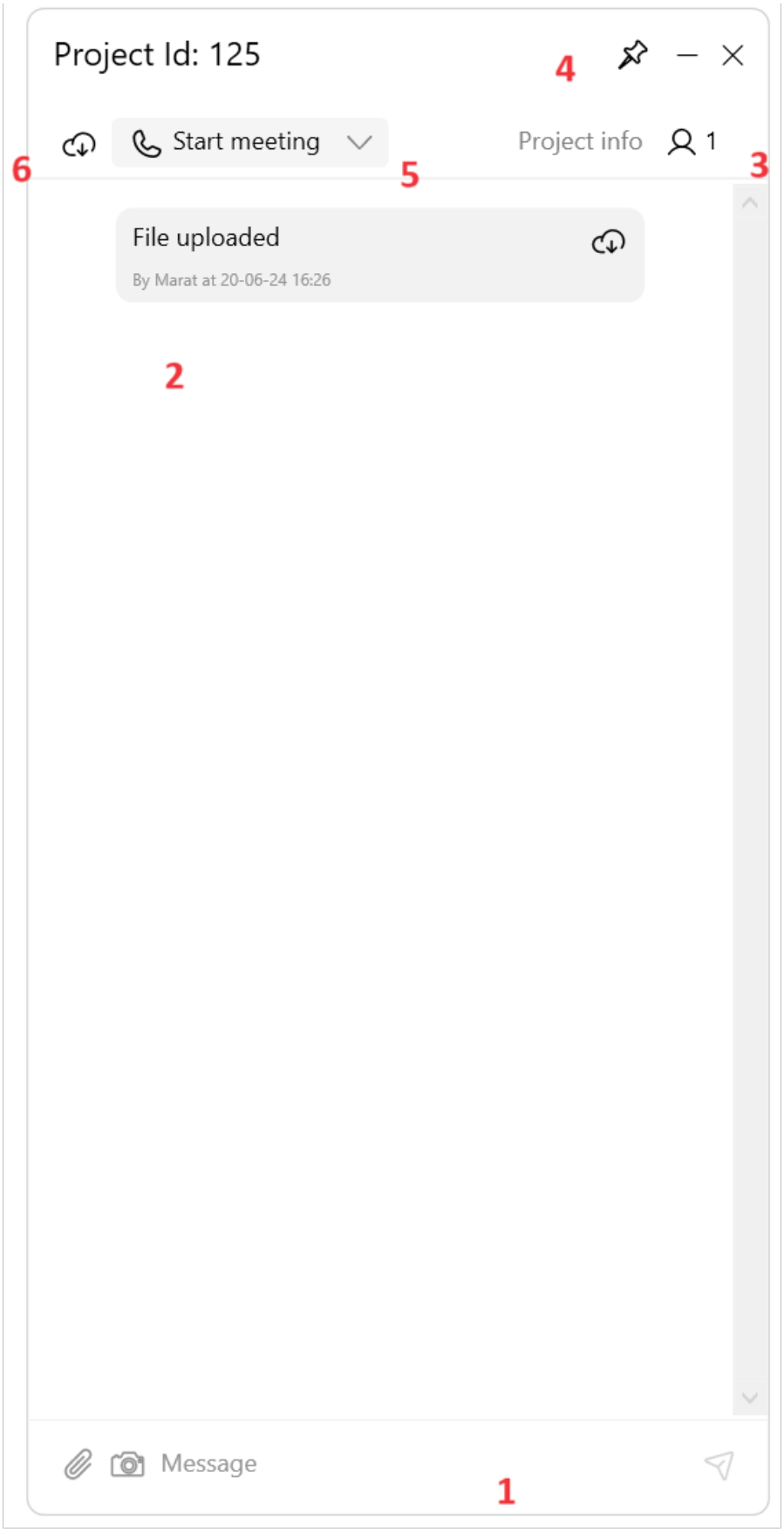
Эта ссылка предоставит вашей команде доступ к загружаемому файлу на нашем сайте. В файле содержится информация о технологии обработки, и они смогут получить к нему доступ после аутентификации.



2. Обсуждайте происходящее, делитесь скриншотами и видеороликами, работайте вместе, чтобы добиться результата.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

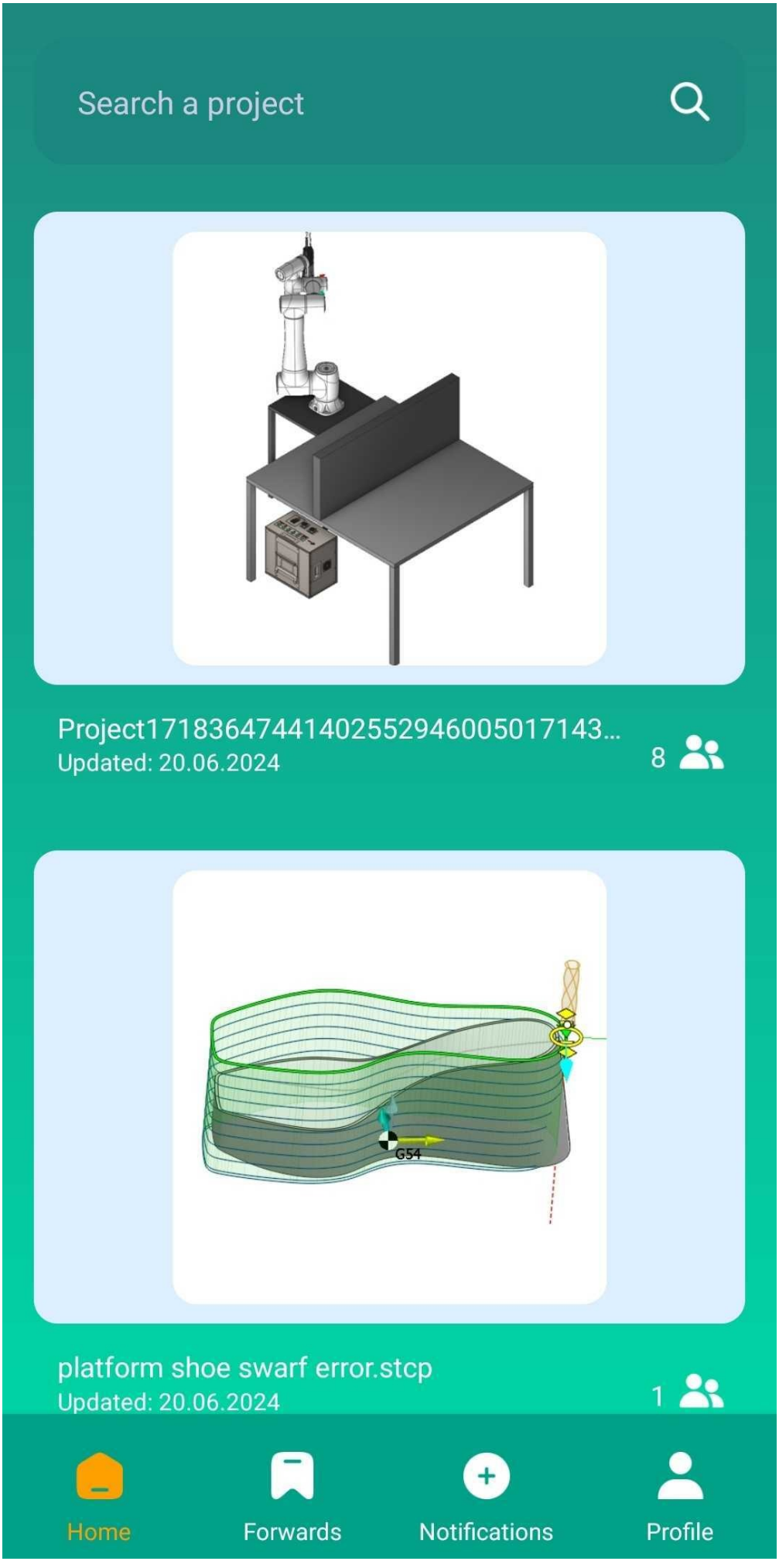
Система поддерживает обмен данными через чат. Изучите различные доступные функции, чтобы оптимизировать рабочий процесс:



1. Чат поддерживает обмен самыми разными данными, от файлов проектов до изображений и видео.
2. Функция истории чата позволяет легко ссылаться на прошлые обсуждения и быть в курсе предыдущих бесед.
3. Вы можете видеть, кто имеет доступ к вашей совместной работе.
4. Окно чата можно закрепить, чтобы оно оставалось видимым над всеми остальными окнами.
5. Вы можете позвонить своему собеседнику.
6. Сохранение проекта в облаке позволяет вашей команде получить доступ к промежуточным результатам и просмотреть их. Это действие автоматически выполняется при сохранении проекта в CAM системе.

3.Поддерживать связь с другими людьми независимо от их местонахождения с помощью этого приложения.

© 2025 ООО СПРУТ Технология


Search a project
Project171836474414025529460050171 43...
Updated: 20.06.2024
8
G54
platform shoe swarf error.stcp
Updated: 20.06.2024
1
Home
Forwards
Notifications
Profile

4 Подготовка геометрической модели

Переход в режим подготовки геометрической модели осуществляется выбором закладки <Модель(see page 104)> в главном окне системы.

В режиме <Модель> производится:

- импорт(see page 203) из файлов обмена геометрической информацией;
- корректировка структуры(see page 198) геометрической модели;
- пространственные преобразования(see page 242) геометрических объектов;
- генерация новых элементов из существующих;
- управление визуальными свойствами(see page 242) объектов;

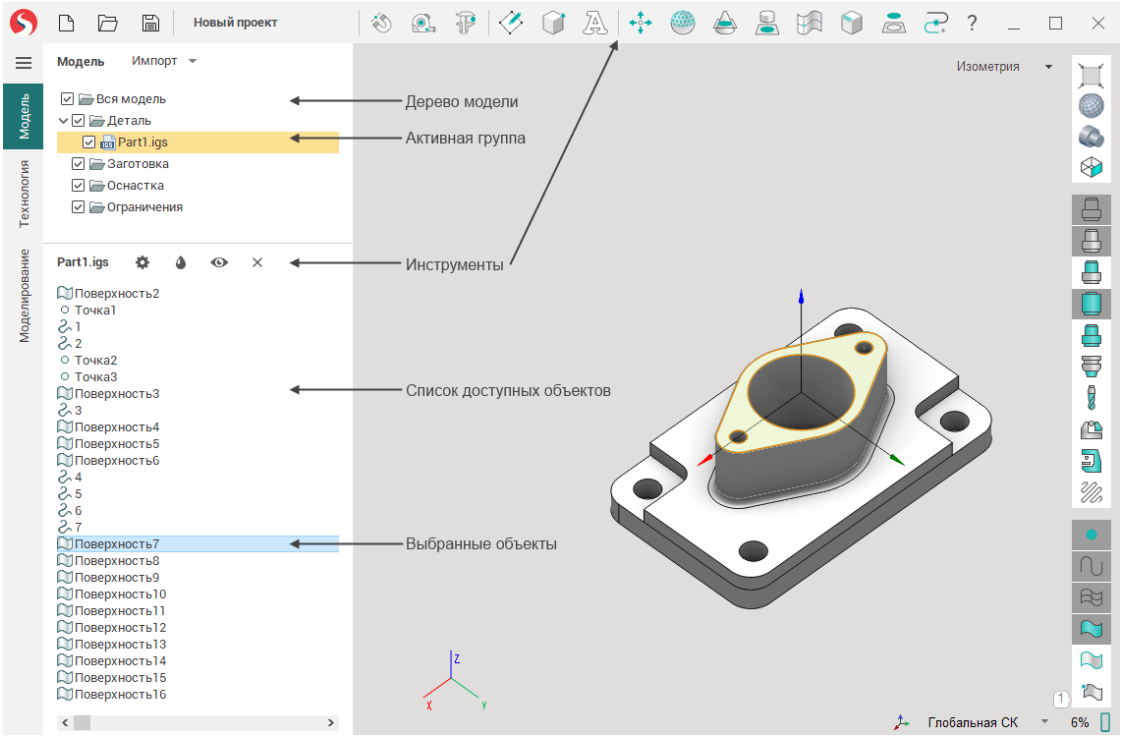
Доступ к элементам модели осуществляется, как через окно структуры модели(see page 177), так и посредством интерактивного выбора на экране. Вызов различных функций может производиться через контекстное меню графического окна(see page 94) и окна структуры модели. Кнопки вызова часто используемых функций вынесены на инструментальную панель закладки.

Сопутствующие ссылки:

Структура геометрической модели(see page 173)

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.1 Структура геометрической модели



Геометрическая модель в CAM системе представляет собой дерево каталогов, или папок, внутри которых сгруппированы геометрические объекты. Работа со структурой геометрической модели напоминает работу с файловой системой в среде Windows.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Примечание: *Также как и в файловой системе, все объекты внутри одной группы должны иметь разные имена. Наличие нескольких объектов с одинаковыми именами внутри одной группы не допускается.*

В окне структуры геометрической модели сосредоточено большинство функций для корректировки структуры модели. При создании нового проекта автоматически генерируется главная группа геометрической модели – < Вся Модель >, которая содержит внутри предопределенные группы: < Деталь >, < Заготовка >, < Оснастка >.

Группа < Деталь > по умолчанию принимается в качестве изготавливаемой детали для всего технологического процесса. Поэтому рекомендуется импортировать и переносить в группу < Деталь > те геометрические объекты, которые описывают получаемую деталь.

В группу < Заготовка > следует, при необходимости, заносить модель заготовки. При использовании заготовок простых форм папку лучше оставлять пустой.

Группа < Оснастка > предназначена для размещения моделей прихватов, упоров, тисков, патронов и другой технологической оснастки.

Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

Поверхности, сетки, кривые и точки(see page 174)

Группа геометрических объектов(see page 175)

Активная группа объектов(see page 175)

Окно структуры геометрической модели(see page 177)

Выбор объектов(see page 183)

Интеллектуальный выбор объектов(see page 184)

Редактирование структуры геометрической модели(see page 198)

4.1.1 Типы геометрических объектов

Смотри вложенные страницы

4.1.1.1 Поверхности, сетки, кривые и точки

Геометрическая модель в системе представляется в виде совокупности геометрических объектов. Каждый объект является неделимым элементом и не может быть раздроблен на более мелкие составляющие. Именно объекты с геометрической сущностью влияют на форму траектории инструмента в технологических операциях. Из них, в конечном итоге, формируется деталь, заготовка, оснастка и т.п. в технологических операциях. Каждый объект характеризуется уникальным именем, которое по умолчанию состоит из названия типа объекта и порядкового номера. Имя может быть изменено пользователем в окне геометрической модели(see page 177).

Имеются следующие типы геометрических объектов:

- <Поверхность> (Face).
- <Сетка> (Mesh).
- <Кривая> (Curve).
- <Точка> (Point).

- <Ребро> (Edge). Ребра представляют собой геометрические объекты особого типа. Ребра – это кривые, которые образуют границы поверхностей и сеток. Они являются параметризованными.
- <Вершина> (Vertex). Вершины – это точки, которые являются границами ребер. Они также как и ребра являются параметризованными.

Параметризованные объекты обладают некоторыми особенностями. Они сохраняют постоянную связь с исходным объектом. Вследствие этого существуют некоторые ограничения на производимые с ними действия, и поэтому они не отображаются в списке доступных объектов окна структуры геометрической модели (see page 177) . Однако такие объекты могут быть выбраны напрямую в графическом окне (see page 75) , а также могут быть использованы в режиме <Технология (see page 405) > для указания в качестве <Рабочего задания (see page 499) >, <Детали (see page 730) >, <Заготовки (see page 732) >, <Оснастки (see page 694) > и т .п.

***Примечание**: <**Ребра**> и <**Вершины**> являются доступными только для* сшитых поверхностей(see page 254)*.*

Для удобства работы геометрические объекты могут быть объединены в группы.

Сопутствующие ссылки:

Структура геометрической модели(see page 173)

Сшивка поверхностей(see page 254)

4.1.1.2 Группа

<Группа> – это элемент геометрической модели, предназначенный для объединения сходных по назначению элементов в логические единицы. Группы чрезвычайно полезны при создании гибких проектов. Однажды указав в качестве параметров операций группы, можно легко настраивать проект на любые изменения исходной геометрии. Так как в этом случае нет необходимости заново задавать деталь, заготовку и др. для каждой операции, достаточно просто наполнить группы новым содержимым.

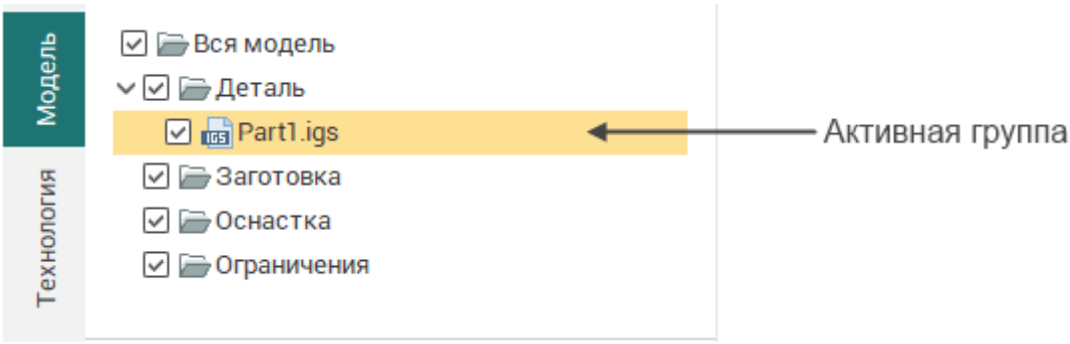
Примечание: При импорте, группы можно автоматически помещать в специальные папки, если к названию дописать один из следующих ключей:

- **sc_f_** - группа будет перемещена в папку <**Оснастка**>;
- **sc_w_** - группа будет перемещена в папку <**Заготовка**>.

Сопутствующие ссылки:

Структура геометрической модели(see page 173)

4.1.1.3 Активная группа



© 2025 ООО СПРУТ Технология

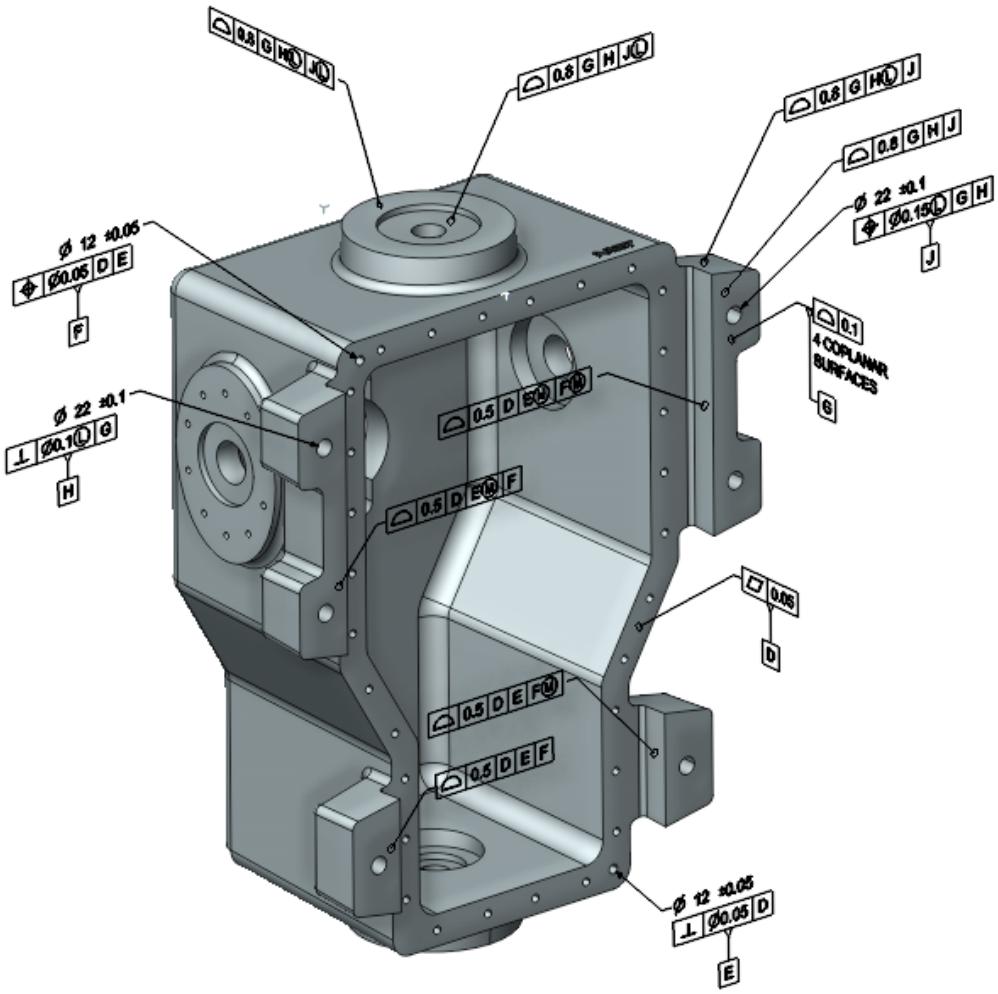
В текущий момент времени активной может быть только одна из групп. Работа (импорт, детализация, преобразование и т.п.) возможна с объектами непосредственно входящими в активную на этот момент группу. Причем группа, находящаяся внутри активной воспринимается как единое целое, и считается неделимой. Чтобы обратиться по отдельности к элементам, лежащим внутри подгруппы, надо ее "открыть", то есть активизировать. Эти правила полностью аналогичны правилам при работе с файловой системой. Работа с файлом или папкой, например через проводник, возможна только после "входа внутрь" (открытия) папки его содержащей.

Активная на данный момент группа отображается в окне структуры модели(see page 177). В окне отображается также список геометрических и структурных элементов, входящих в активную группу. Выбор этих элементов может осуществляться как непосредственно из списка, так и из графического окна(see page 94). Смена активной группы производится указанием соответствующего узла дерева в окне структуры модели или выбором с экрана.

Сопутствующие ссылки:

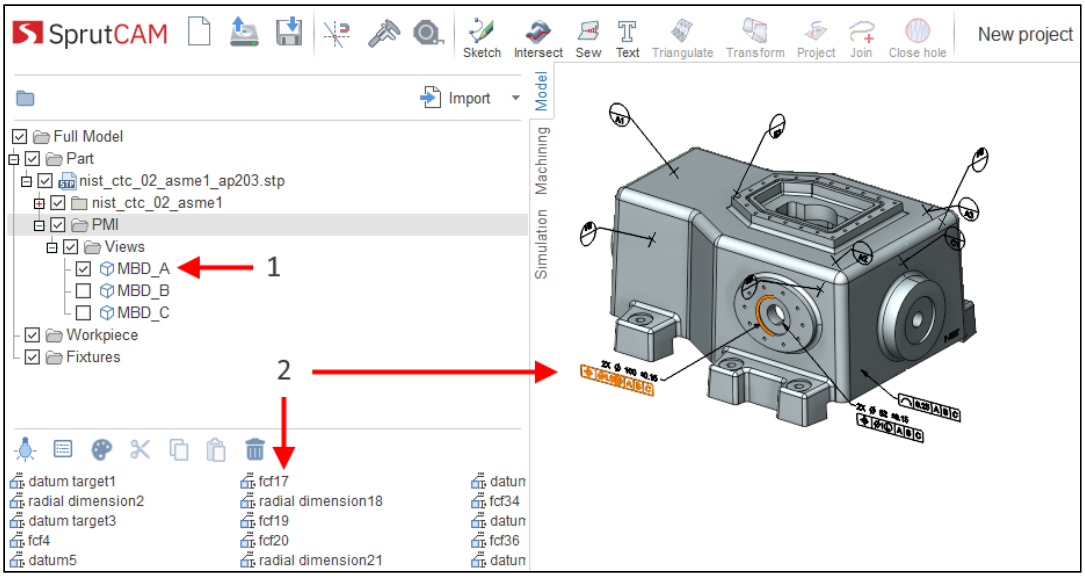
Структура геометрической модели(see page 173)

4.1.1.4 PMI



PMI - Информации об изделии и производстве. Это различные размеры и примечания, связанные с конкретными элементами 3D-модели.

PMI-информация импортируется вместе с моделью и хранится внутри папки модели.



В окне структуры геометрической модели(see page 177) PMI-информация представлена следующими объектами:

1. **Виды** (Views)
2. **PMI узлы**

Некоторые **PMI узлы** имеют связи с объектами 3D-модели. При выделении PMI узла они тоже подсвечиваются.

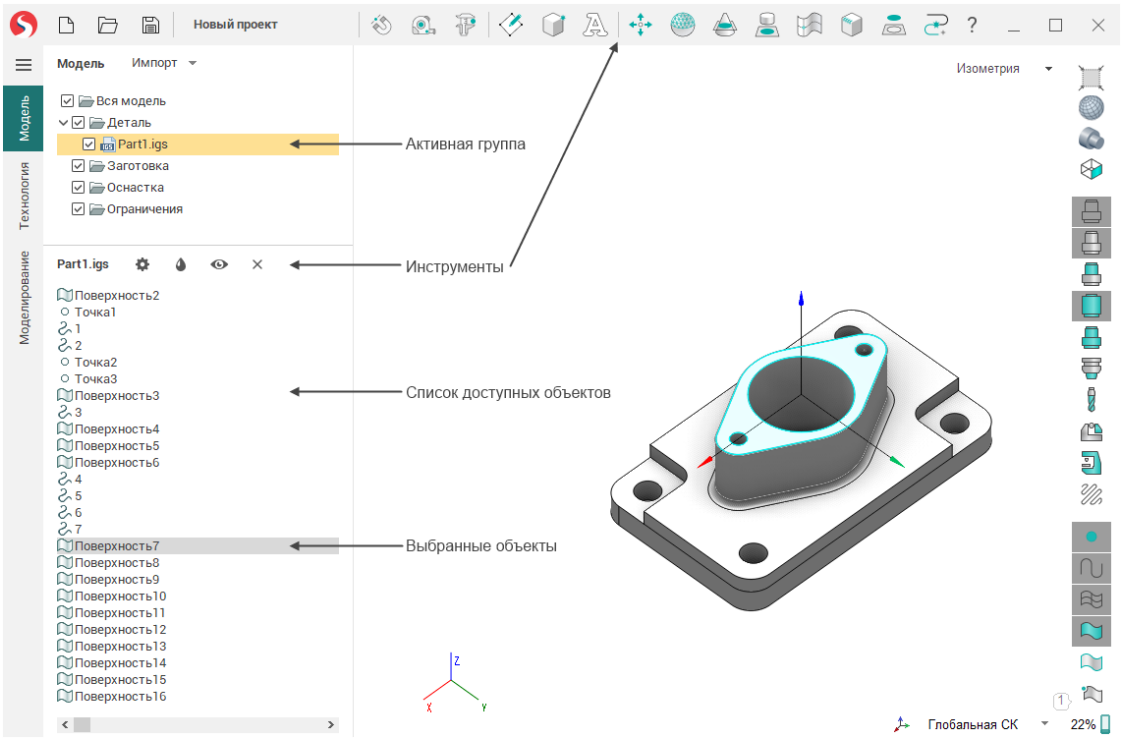
При выборе **Вида** модель поворачивается в соответствии с системой координат вида. Если изменить видимость **Вида**, то меняется и видимость связанных **PMI узлов**.

PMI-информацию можно импортировать из форматов Step, JT, Prt(NX)

4.1.2 Окно структуры геометрической модели

Окно структуры геометрической модели состоит из нескольких панелей: <дерева модели>, <списка доступных объектов> и <панелей инструментов>.

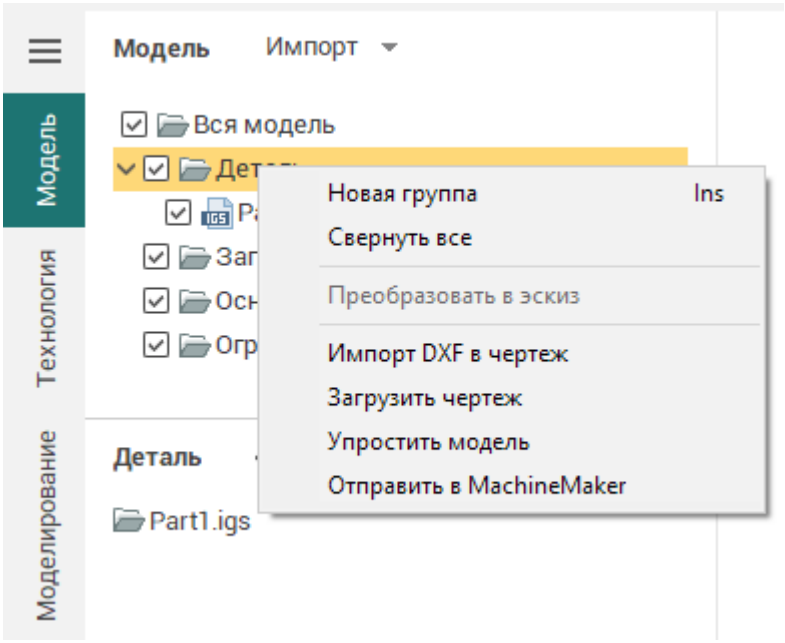
© 2025 ООО СПРУТ Технология



На панели <дерева модели> отображается структура всей геометрической модели. Узлами дерева являются группы модели, расположенные в соответствии с уровнями вложенности. Активная группа(see page 175) выделена цветом. При указании курсором мыши или с клавиатуры на неактивную группу, указанная группа активизируется и соответствующим образом меняется список доступных объектов.

> Ниже будут рассмотрены команды всплывающих окон, повторяющиеся команды будут пропускаться.

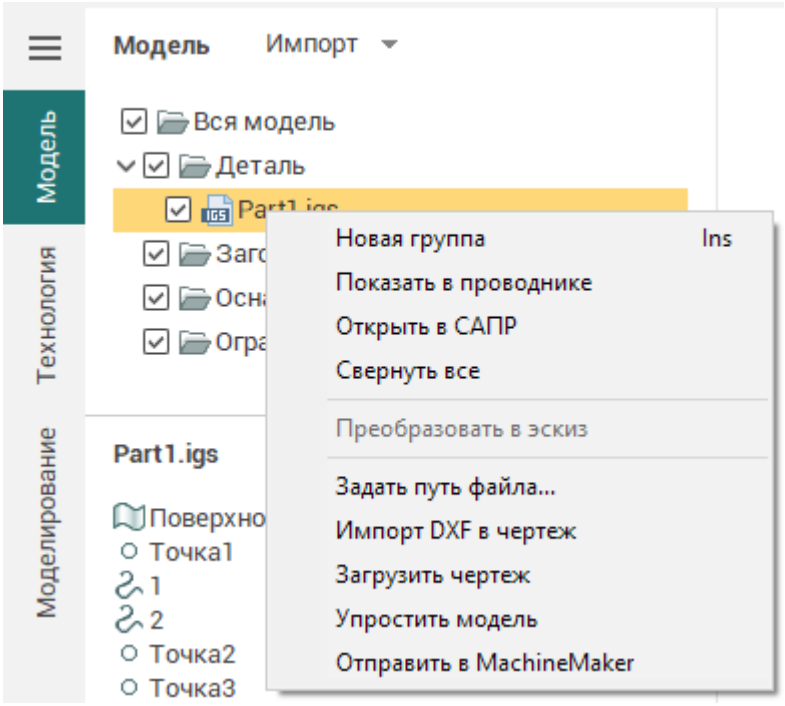
Нажатие правой кнопки мыши по обычной группе в <**дереве модели**> вызывает следующее всплывающее окно:



Команды:

- **Новая группа** - добавляет в активную группу(see page 175) новый объект.
- **Импорт DXF в чертеж**, **Загрузить чертеж** - команды для работы с чертежами(see page 267).

Нажатие правой кнопки мыши по узлу импортированной модели в <**дереве модели**> вызывает следующее всплывающее окно:

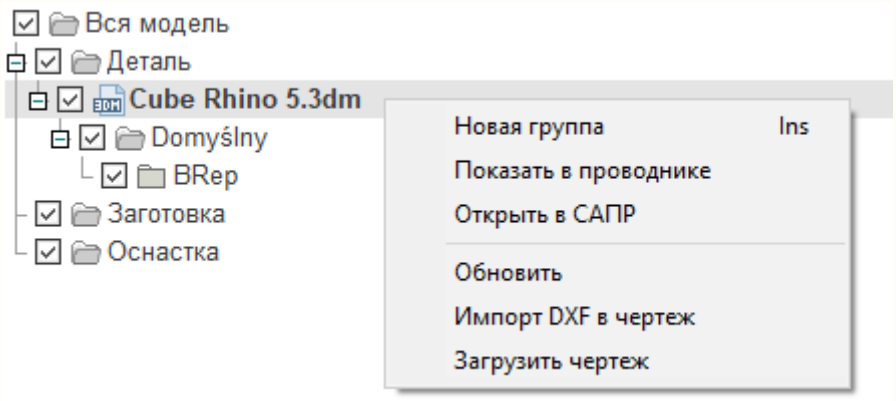


Команды:

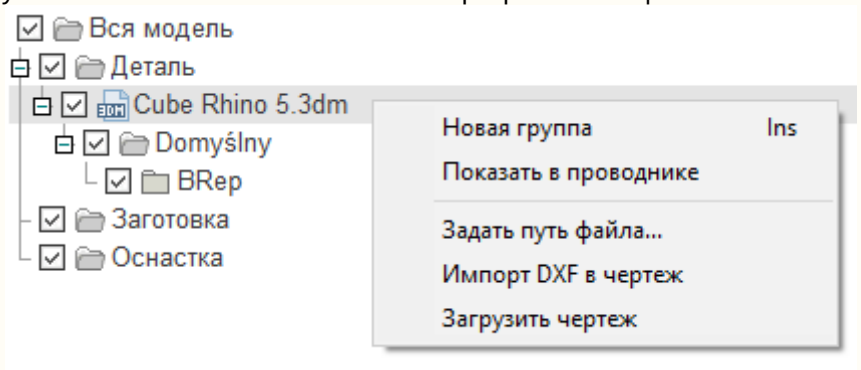
- **Показать в проводнике** - будет открыта папка, где находится импортированный файл;
- **Открыть в САПР** - файл будет открыт в привязанной САПР, если таковой нет, то появится диалог выбора.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

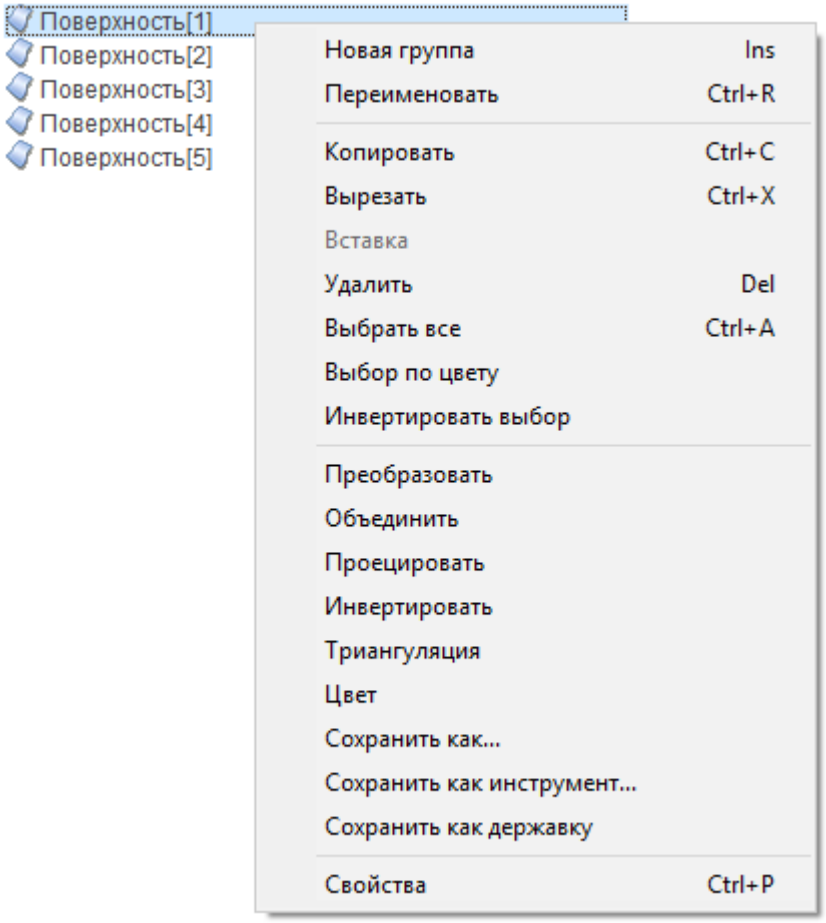
Если импортированный файл был изменен, то данная группа будет выделена "**жирным**", на <**панели инструментов геометрических объектов**> появится кнопка Менеджер обновления файлов моделей(see page 199) , а во всплывающем окне появиться команда Обновить(see page 199) - будет обновлена только выделенная группа:



Если импортированный файл был переименован, перемещен или удален, то во всплывающем окне появиться команда **Задать путь файла...,** позволяющая указать новое местоположение импортированного файла:



Нажатие правой кнопки мыши по любой группе в <**списке доступных объектов**> вызывает следующее всплывающее окно:



Команды:

- **Переименовать** - позволяет редактировать имя выделенного объекта;
- **Копировать**, **Вырезать**, **Вставка** - работа с буфером обмена(see page 202);
- **Удалить** - удаляет выбранные геометрические объекты;
- **Выделить все** - выделяет все геометрические объекты в дереве;
- **Выбор по цвету** - выделяет все объекты в дереве, что имеют тот же цвет, что у выбранного:
- **Инвертировать выбор** - выделяет все остальные объекты, а выбор текущих отменяет;
- Преобразовать(see page 242), Объединить(see page 248), Проецировать(see page 246), Триангулировать(see page 249)- команды продублированы на <**панели инструментов геометрических объектов**> и описаны ниже;
- **Инвертировать** (see page 246)- инвертирует нормали поверхностей;
- **Цвет** - позволяет изменить цвет выбранного объекта (объектов);
- **Сохранить как...** - предлагает сохранить выбранные геометрические объекты в один из поддерживаемых форматов;
- Сохранить как инструмент...(see page 1645) - сохраняет выделенный объект в виде произвольного фасонного инструмента;
- **Сохранить как державку** - сохраняет выделенный объект в виде произвольной державки;
- **Свойства** (see page 238)- вызывает окно свойств геометрических объектов.

В <списке доступных объектов> отображаются все группы и геометрические объекты, непосредственно входящие в активную группу(see page 175). То есть это именно те объекты, которые в данный момент доступны для выбора и корректировки. Для выбора указанного объекта из списка следует кликнуть на нём левой кнопкой мыши.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

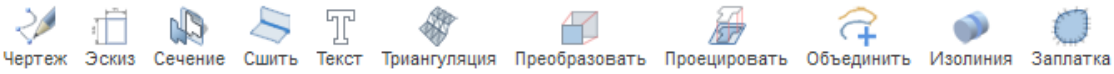
На <**панели инструментов геометрических объектов**> расположены следующие кнопки:



-  – Создание новой группы(see page 198). Группа будет создана внутри активной.
-  – вызвать Менеджер обновления файлов моделей(see page 199) (видна только если обнаружены изменения файлов импортированных моделей).



-  – Управление видимостью выделенного объекта.
-  – Просмотр и редактирование свойств выбранного объекта(see page 238).
-  – Указание цвета выделенного объекта.
-  – Работа с буфером обмена(see page 202) (вырезать, копировать, вставить). Функции вырезать/копировать работают с выделенными объектами. Вставка из буфера обмена производится в активную группу.
-  – Удалить выбранные геометрические объекты.



-  – Начать создание и редактирование чертежа CAD(see page 267).
-  – Получение кривых путем рассечения 3D моделей(see page 252) плоскостью.
-  – Сшивка 3D моделей(see page 254).
-  – Создание надписей(see page 250).
-  – Триангуляция поверхностей(see page 249).
-  – Пространственные преобразования(see page 242) выбранных объектов.
-  – Получение проекций 3D моделей(see page 246) на плоскость.
-  – Объединение кривых(see page 248).
-  – Функция закрытия отверстий(see page 257) позволяет строить триангуляцию по выбранным рёбрам или сеткам.

Сопутствующие ссылки:

Структура геометрической модели(see page 173)

4.1.3 Выбор объектов

Все видимые объекты геометрической модели могут быть легко выбраны с экрана. Элементы модели, доступные для выбора, подсвечиваются при наведении на них указателя мыши. Выбор объекта осуществляется по нажатию левой клавиши мыши. В любой момент времени одна из папок дерева геометрической модели является активной. При выборе какого-либо объекта родительская папка этого объекта автоматически становится активной. Переход в родительскую группу (смена активной папки на уровень выше) осуществляется по двойному щелчку левой клавиши мыши в графическом окне(see page 94). Таким образом, реализована возможность эффективной навигации по дереву модели без необходимости обращения к окну структуры.

Все операции модификации объектов выполняются над выбранными объектами.

Для выбора части модели или отдельных элементов необходимо активизировать группу, непосредственно включающую эти геометрические объекты или группы, затем выбрать интересующие объекты в списке доступных объектов(see page 177) или графическом окне(see page 94). При выборе в графическом окне должен быть включен режим выбора объектов(see page 97) в выпадающем меню или должна быть нажата клавиша **[S]** на клавиатуре.

Элемент в графическом окне может быть указан или одинарным щелчком мыши, или прямоугольным регионом. Для выбора прямоугольным регионом нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее, растяните прямоугольник. Другой способ выбора – это указание элемента в списке доступных объектов окна структуры модели.

Описанный выше обычный режим выбора позволяет указывать объекты один раз, при этом ранее выбранные объекты станут не выделенными. Для множественного выбора укажите объекты, удерживая клавишу [Ctrl]. При этом указанный объект станет выбранным, если был не выбранным и наоборот. Если удерживать клавишу [Shift], то указанный объект всегда будет становиться выбранным, при этом раннее выбранные объекты также остаются отмеченными.

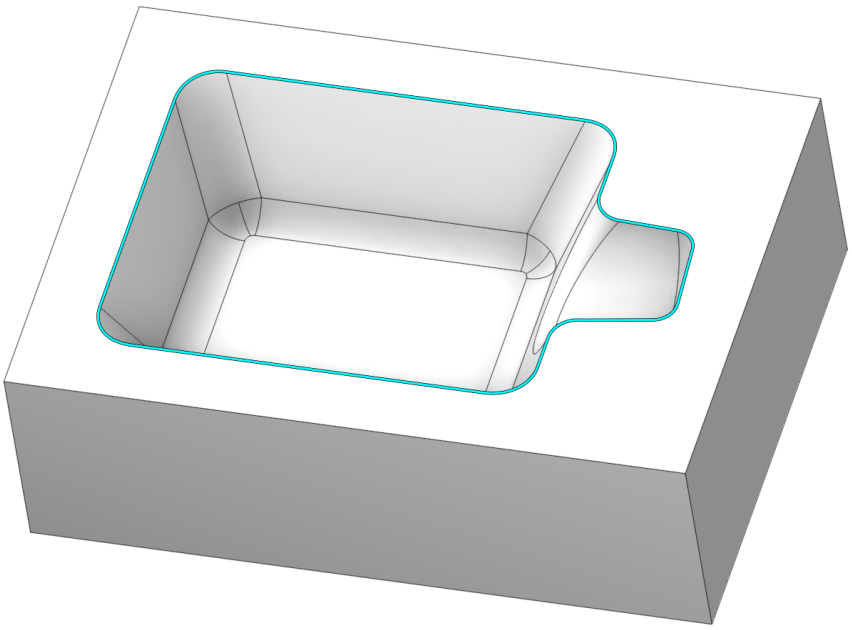
Для того чтобы производить выбор только объектов определенного типа необходимо настроить <Фильтр выбора объектов(see page 107)>. При этом только объекты допустимого типа будут отображаться в списке доступных объектов(see page 177), и выбираться при указании в графическом окне(see page 94).

Сопутствующие ссылки:

Структура геометрической модели(see page 173)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.1.4 Интеллектуальный выбор объектов



4.1.4.1 **Область применения:**

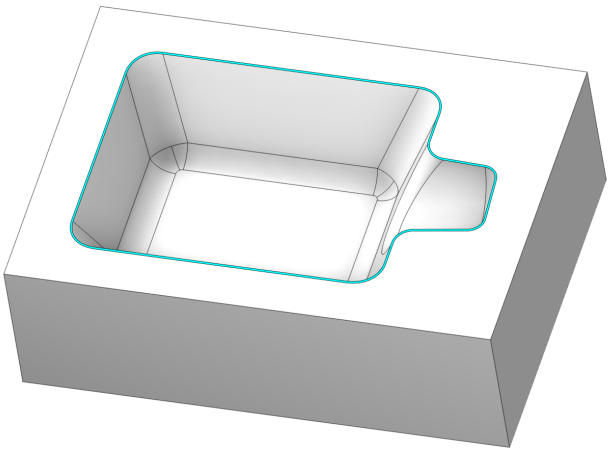
Функциональность позволяет сэкономить время при выборе различных элементов детали благодаря определённым правилам.

Чтобы активировать конкретный алгоритм, нужно использовать разные **горячие клавиши:**

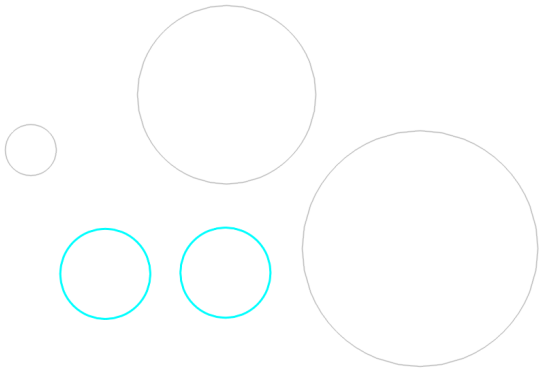
Двойной щелчок по элементу 3D-модели..

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

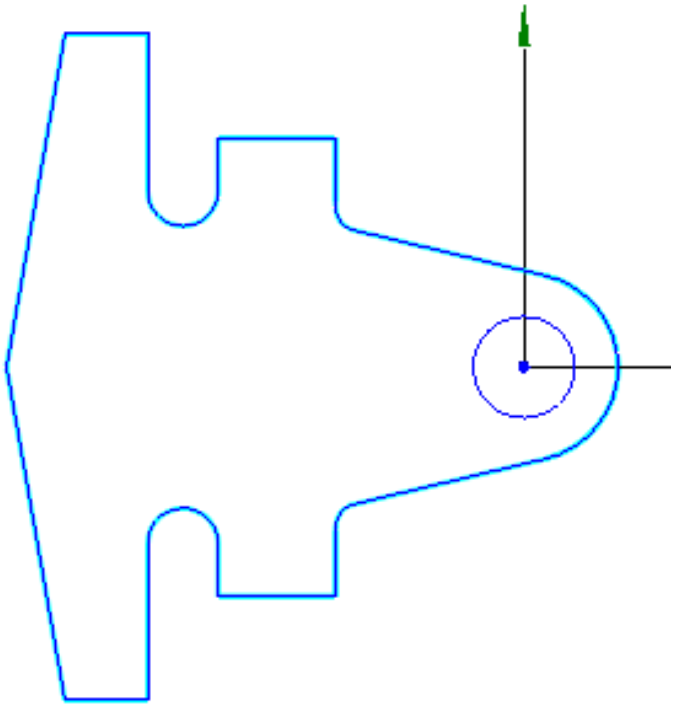
- Двойной щелчок на ребре модели выделяет все касательные ребра.



- Двойной щелчок по окружности выделяет все окружности с тем же диаметром.

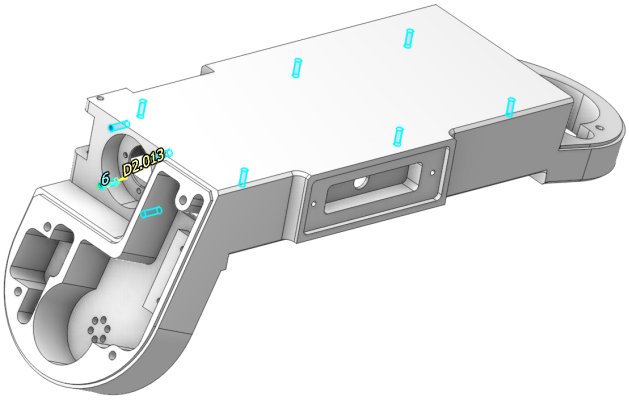


- Двойной щелчок на одном из сегментов цепочки кривых выделяет всю цепочку.

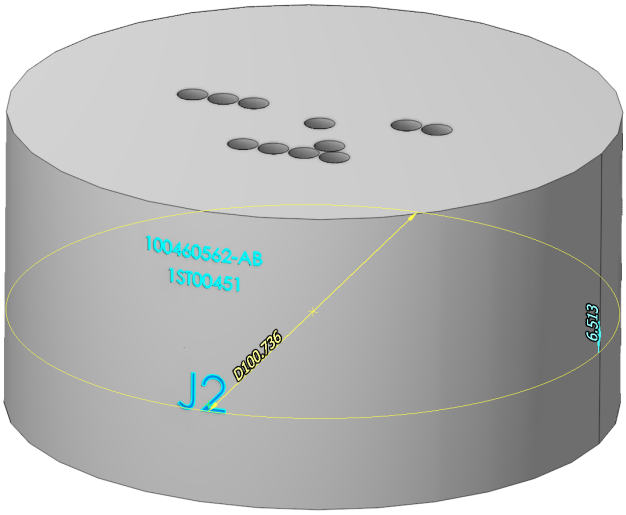


- Двойной щелчок на внутреннем цилиндре выделяет все внутренние цилиндры данного радиуса.

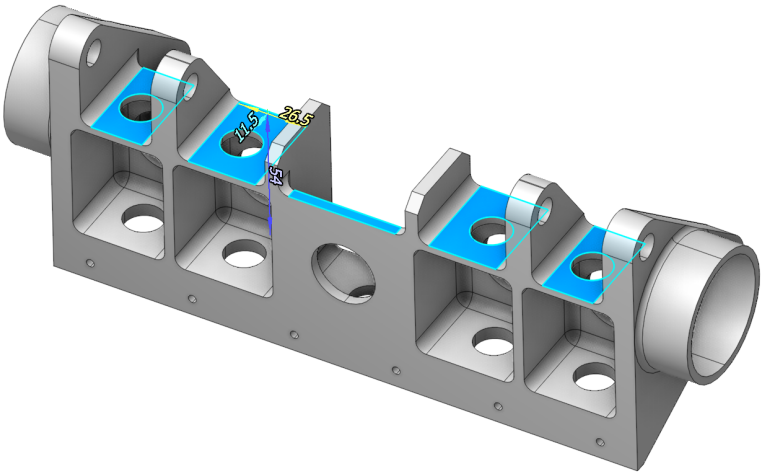
© 2025 ООО СПРУТ Технология



- Двойной щелчок на внешнем цилиндре выделяет все соосные внешние цилиндры данного радиуса.



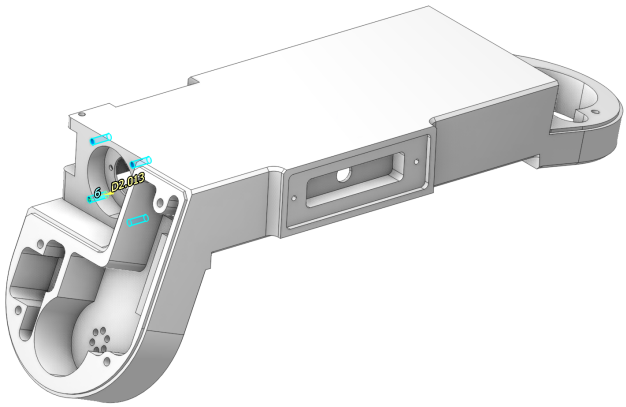
- Двойной щелчок на плоскости выделяет все плоскости, параллельные данной и находящиеся на том же уровне.



Двойной щелчок + Shift по объекту 3D-модели.

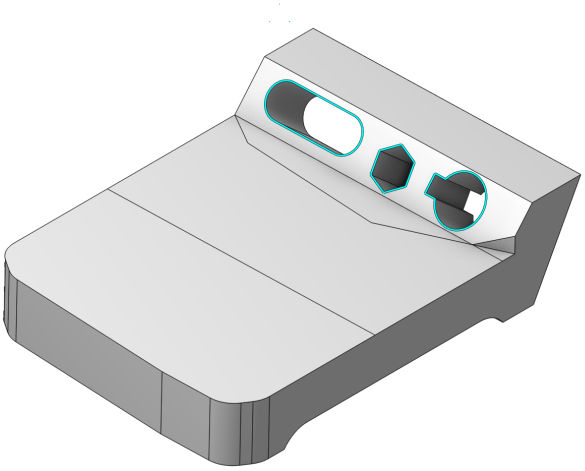
Нажмите здесь, чтобы развернуть.

- Выделяет все внутренние цилиндры с тем же диаметром **в заданной плоскости.**



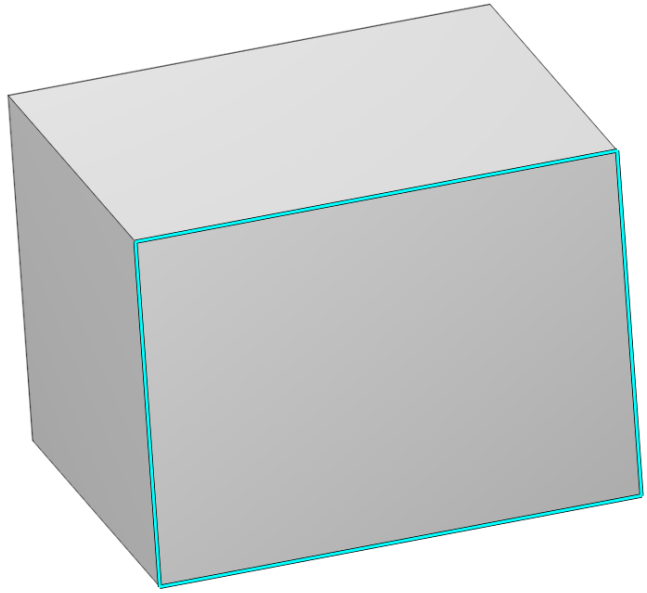
- В **Рабочем задании** операции **6D контур** позволяет выбирать ребра, схожие по размеру.

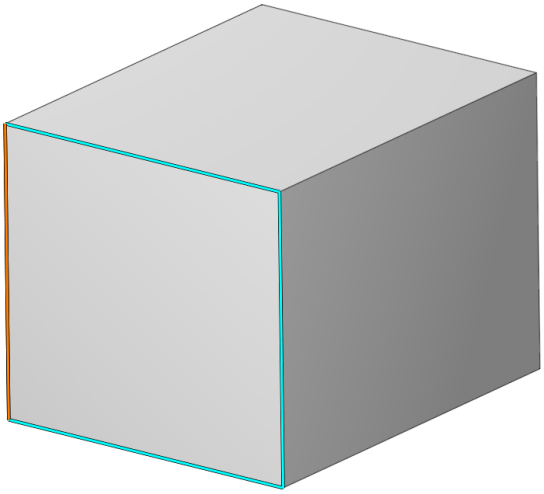
© 2025 ООО СПРУТ Технология



- Позволяет выбирать некасательные ребра (выбор ребер зависит от положения детали в графическом окне).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



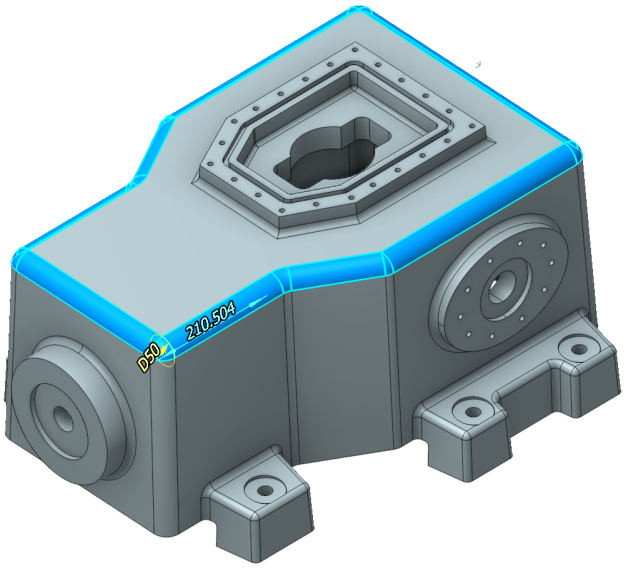


Правой кнопкой мыши по поверхности - активируется режим (**Автоматическое распространение выбора**).

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

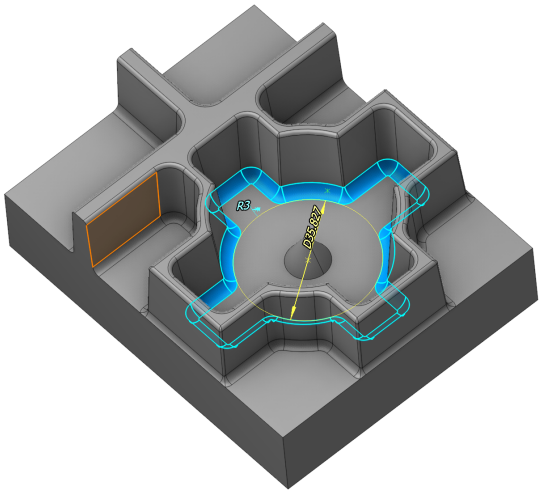
© 2025 ООО СПРУТ Технология

В дополнение к выбранным элементам доступен набор контекстных фильтров для более гибкого использования функциональности.

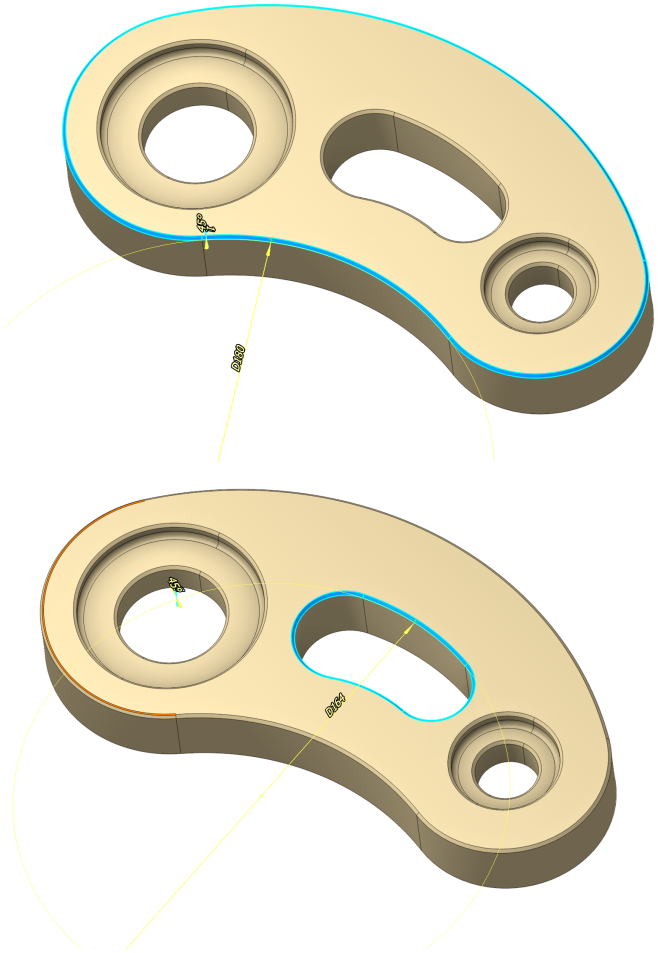


Базовые геометрические элементы для выбора:

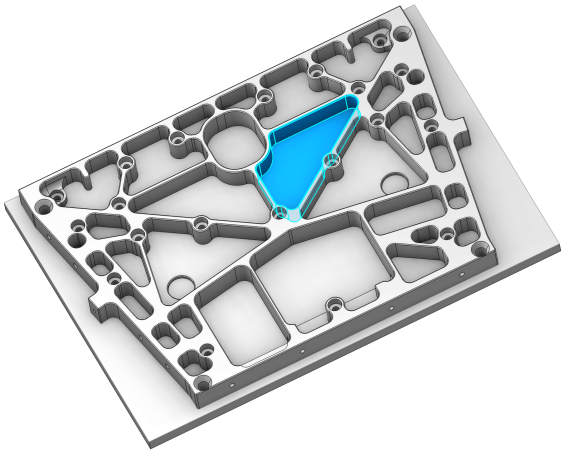
- Скругление



- Фаска

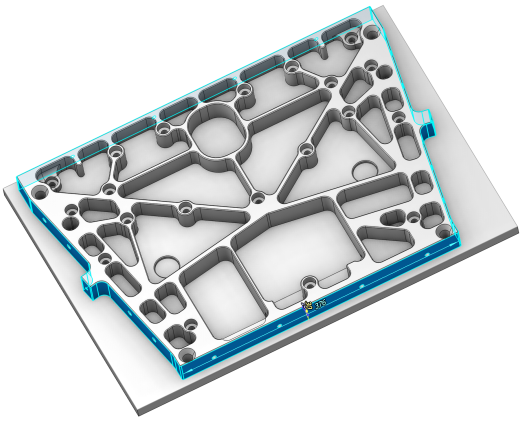


- Карман (необходимо выбрать дно кармана)

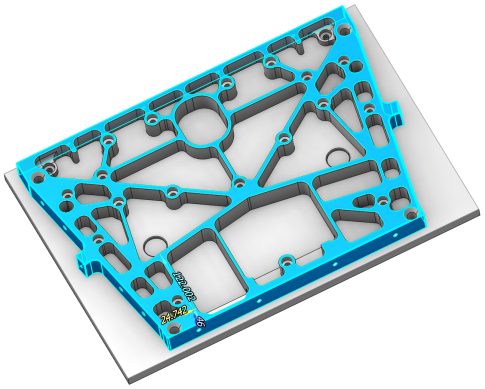


- Стенка

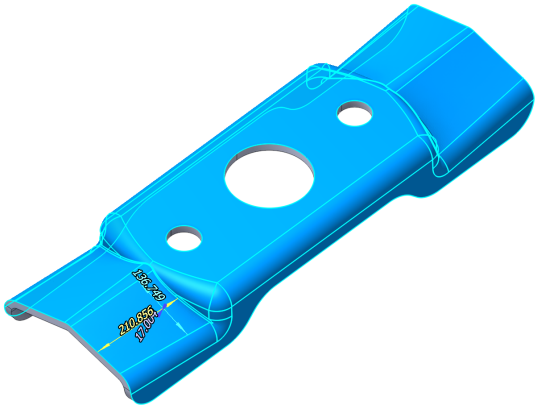
© 2025 ООО СПРУТ Технология

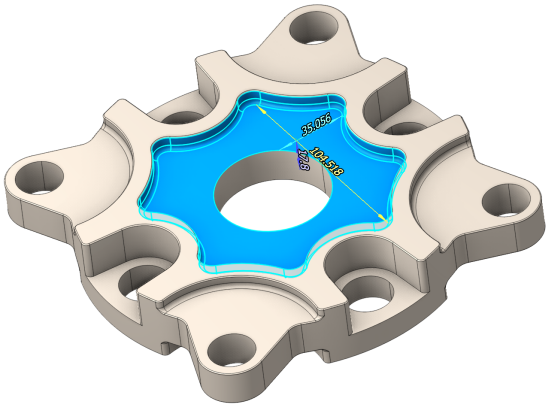


- Выступ (необходимо выбрать верхнюю плоскость выступа)



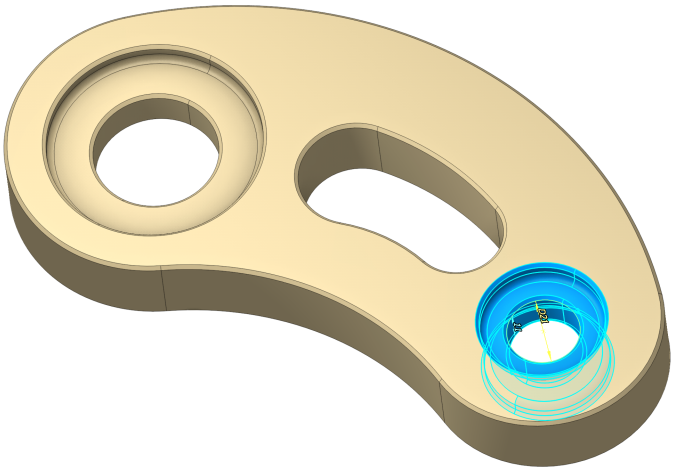
- Плавные (плавно сопрягающиеся поверхности)

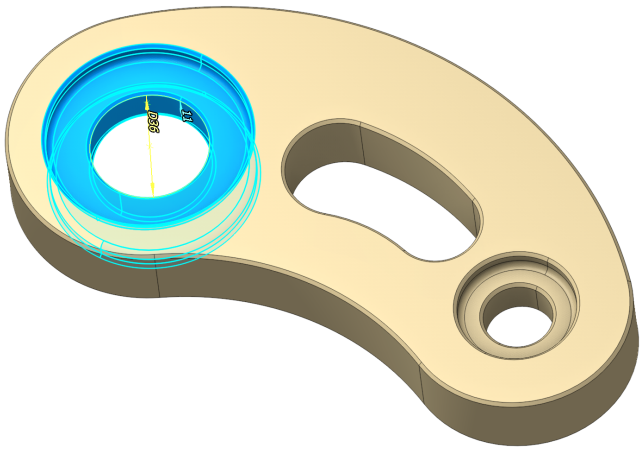




- Отверстие

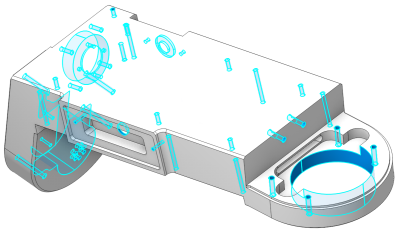
© 2025 ООО СПРУТ Технология



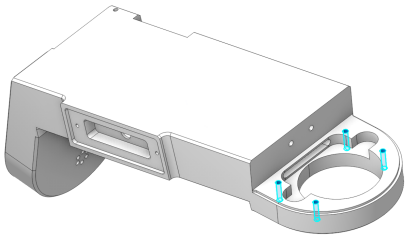


При выборе отверстий доступны несколько фильтров:

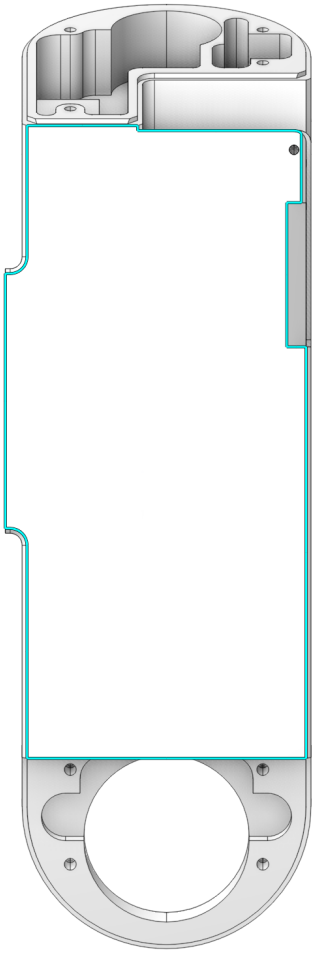
- по форме



- по плоскости и форме



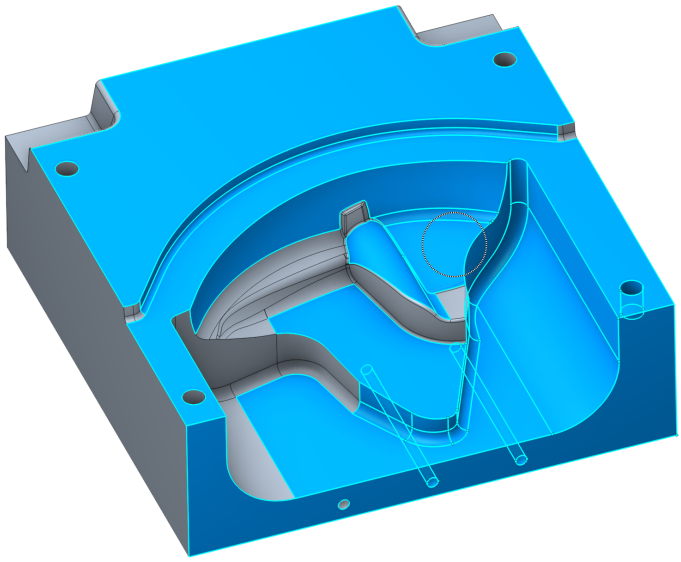
- Внешний контур



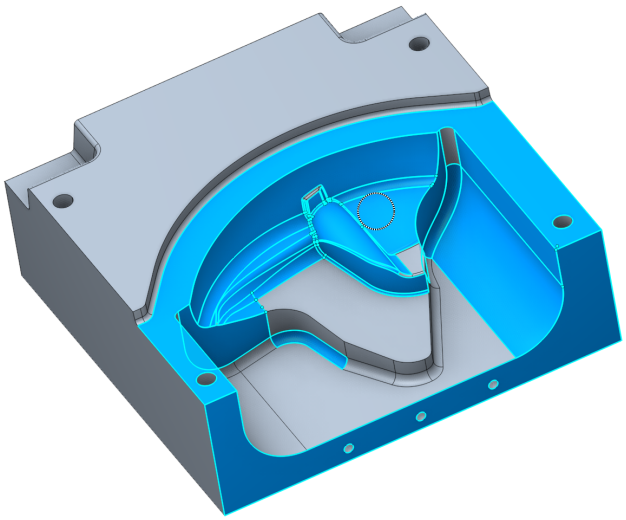
Левой кнопкой мыши + Ctrl+Shift по поверхности, чтобы активировать режим (**Выбор поверхностей кистью**).

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

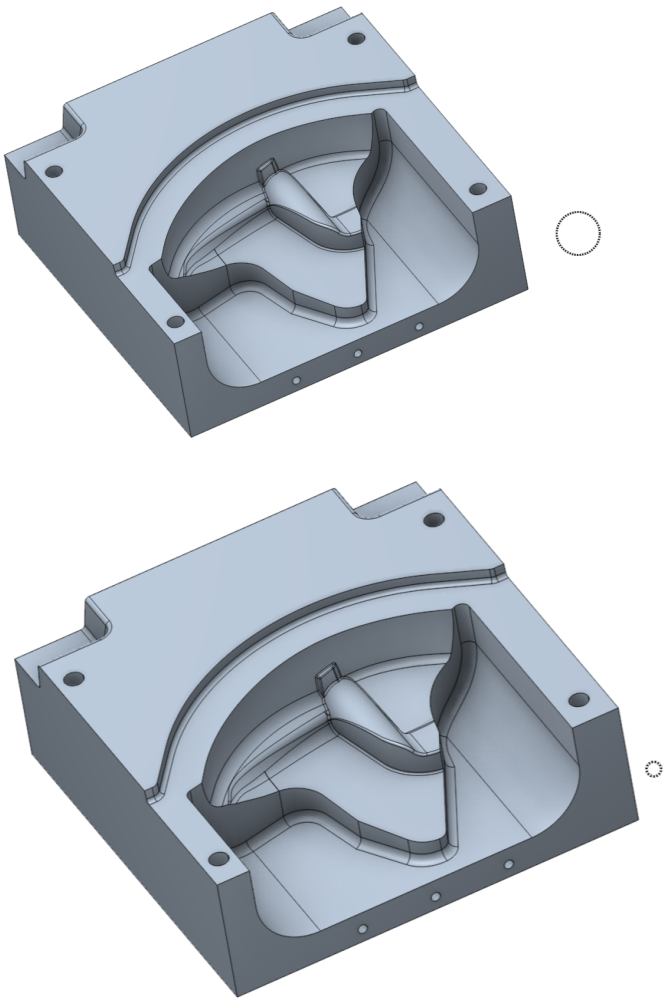
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Чтобы распылить выбор по поверхности, удерживайте **Ctrl+Shift** и щёлкните **Левой кнопкой мыши**.

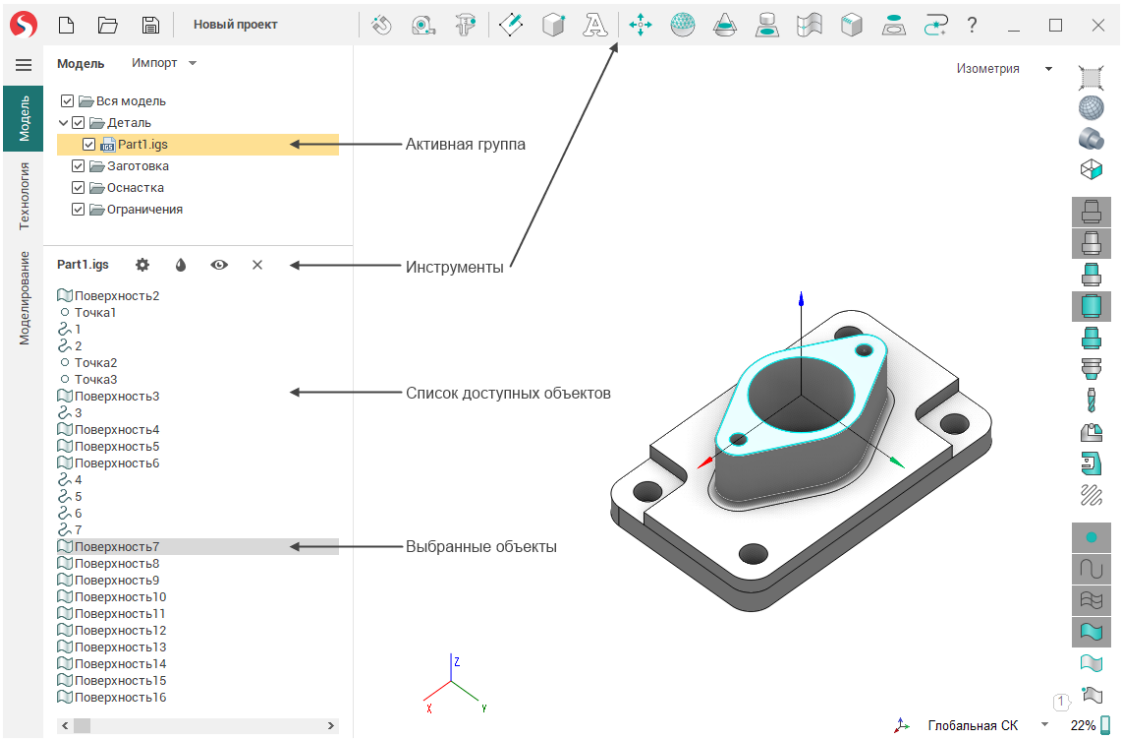


Вы можете изменить радиус кисти. Для этого удерживайте **Shift + Ctrl** и **прокручивайте колесо мыши** вверх или вниз.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.1.5 Редактирование структуры геометрической модели



При редактировании структуры модели можно создавать новые группы(see page 198) (узлы дерева структуры модели), удалять, вырезать/копировать в буфер обмена(see page 202) или вставлять из буфера обмена геометрические и структурные объекты (поверхности, сетки, кривые, точки(see page 174) и группы(see page 175)).

Предопределенные группы (<Вся модель>, <Деталь>, <Заготовка>, <Оснастка>, <2D Геометрия>), а также все объекты внутри группы <2D Геометрия> не могут быть удалены или вырезаны в буфер обмена. Однако копировать в буфер обмена указанные объекты можно без всяких ограничений. Скопированные объекты из группы <2D Геометрия> теряют связь со средой двумерных построений(see page 267) и в дальнейшем автоматически не изменяются при корректировке объектов во встроенной среде двумерных параметрических построений.

Сопутствующие ссылки:

Структура геометрической модели(see page 173)

Создание новой группы(see page 198)

Работа с буфером обмена(see page 202)

4.1.5.1 Создание новой группы

Кнопка  окна структуры геометрической модели(see page 177) позволяет создать новую группу(see page 175). Новая группа будет создана внутри активной(see page 175).

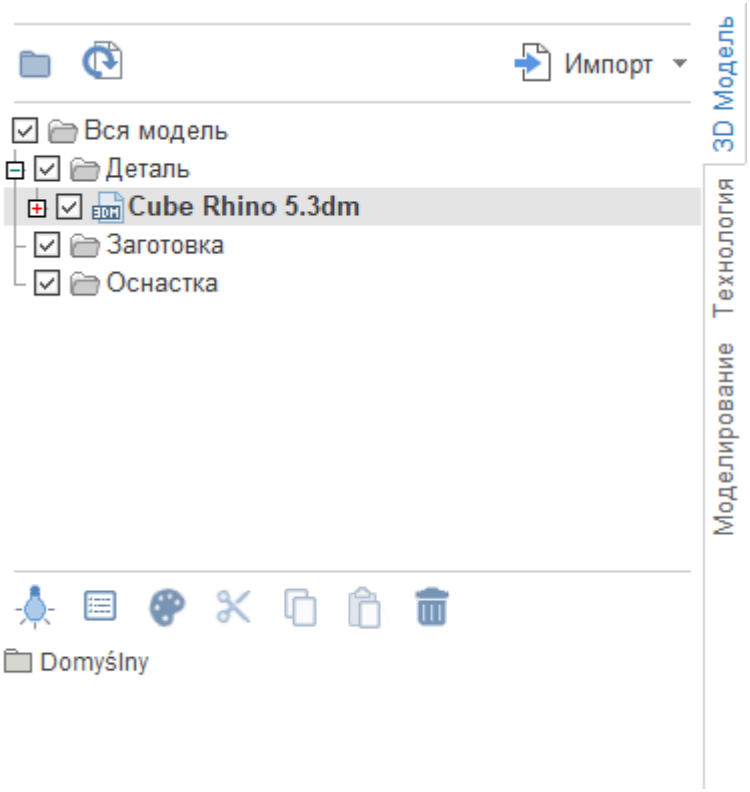
Сопутствующие ссылки:

Редактирование структуры геометрической модели(see page 198)

4.1.5.2 Обновление структуры геометрической модели

При обновлении, старые группы(see page 175) в модели заменяются новыми, сохраняются все пространственные преобразования(see page 242) , что были проведены ранее, а также все дополнительно созданные пользователем группы (например сечение(see page 252)). Проверка на то, что файл изменился осуществляется, когда окно CAM системы становится активным.

Если CAM система обнаружила, что файл модели был изменен, то название этой группы станет <**жирным**> , на панели инструментов появится кнопка < Менеджер обновления файлов моделей >  , а во всплывающее окно будет добавлена команда < **Обновить** >.



Существует два варианта проведения обновления:

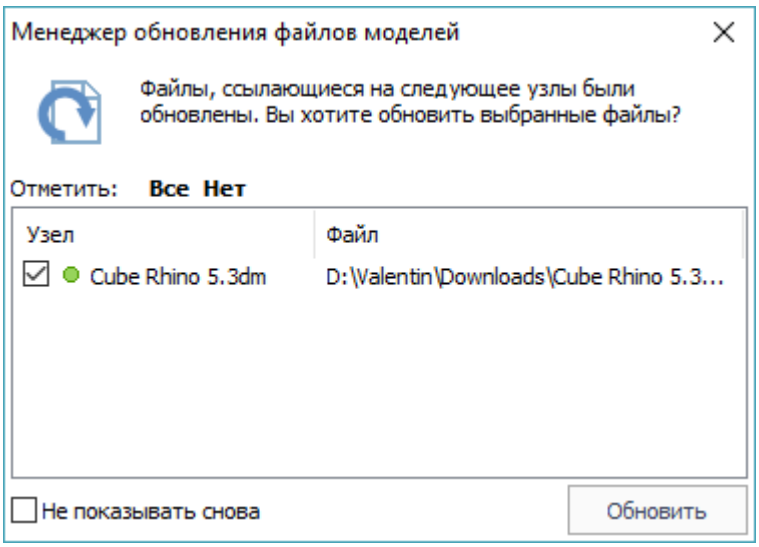
1. из CAM системы:
    - через Менеджер обновления файлов моделей;
    - через команду в контекстном меню < **Обновить** >;
2. из CAD системы, в которой установлено дополнение CAM системе(see page 218) .

Обновление из CAM системы

Менеджер обновления файлов моделей

После импорта файла модели, CAM система периодически будет проверять дату изменения этого файла. Как только будет обнаружено изменение - появится следующее окно:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

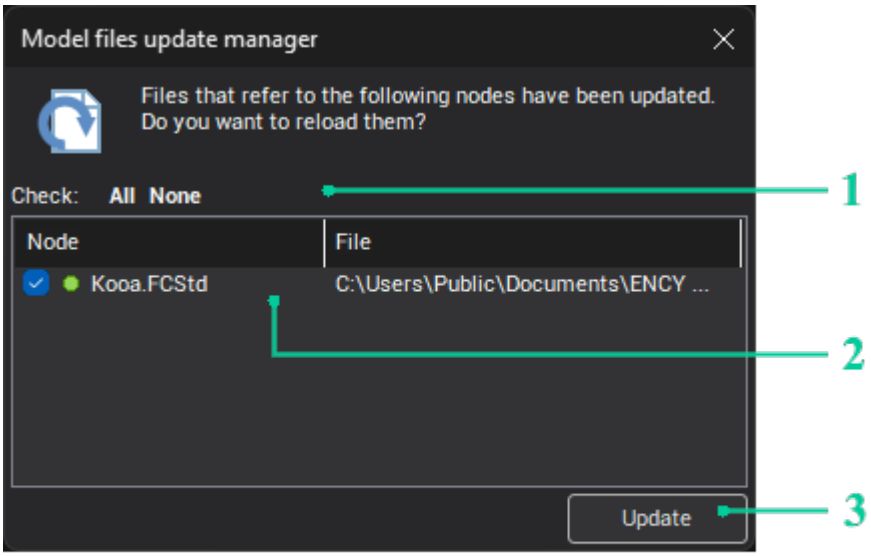


Если просто закрыть окно <Менеджер обновления файлов моделей>, то в следующий раз оно появится только при обнаружении новых изменения.

В этом окне содержится список импортированных моделей в проекте, файлы для которых были изменены. Здесь же их можно обновить.

<Менеджер обновления файлов моделей> может быть вызван с помощью кнопки  .

Описание окна <Менеджер обновления файлов моделей>



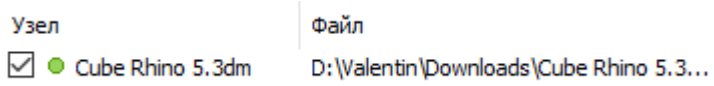
1) Кнопки <**Все**> и <**Нет**> отмечают все файлы и снимают отметки соответственно;

2) В этой части перечислены все импортированные файлы, которые были изменены.

Установленная галочка напротив файла означает, что он отмечен и при нажатии на кнопку < **Обновить** >, он будет обновлен,

> Обновляются только отмеченные файлы.

Зеленый кружок показывает, что файл доступен для обновления:



Красный кружок показывает, что обновление файла невозможно (причины могут быть разные: файл перемещен, дополнение в Мастере дополнений(see page 219) отключено, CAD система недоступна и т.д.). В этом же случае его невозможно будет отметить (установить галочку):



> Двойной клик по строке откроет папку с этим файлом.

3) Кнопка < **Обновить** > / < **Закрыть** > работает следующим образом:

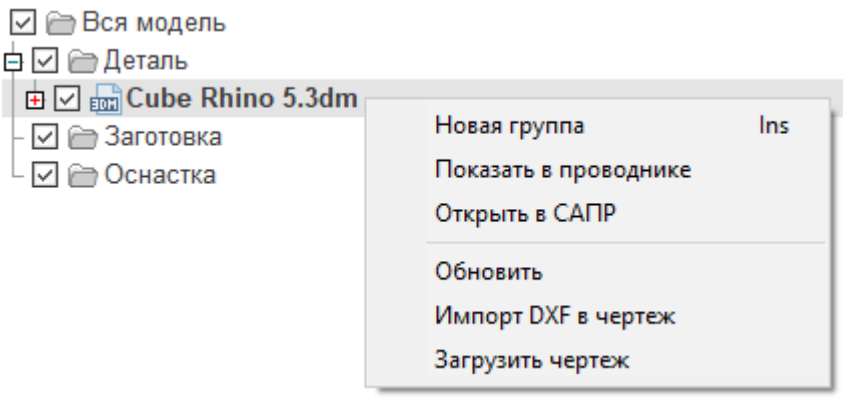
- если хоть один файл отмечен, то показывается кнопка < **Обновить** >, иначе < **Закрыть** >;
- при нажатии на < **Обновить** > - все отмеченные файлы будут обновлены, а окно закроется;
- при нажатии на < **Закрыть** > - окно закроется (работает так же, как и нажатие на крестик)

4) Если отметить < **Не показывать снова**> - окно < Менеджер обновления файлов моделей > не будет показываться самостоятельно. Изменить эту настройку можно с помощью системного меню (**Инструменты / Системные установки / Импорт / Обновление**):



Команда контекстного меню <Обновить>

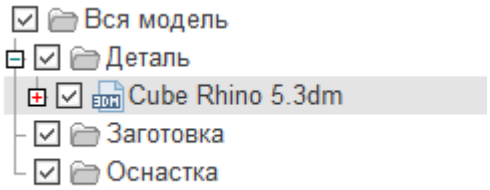
© 2025 ООО СПРУТ Технология



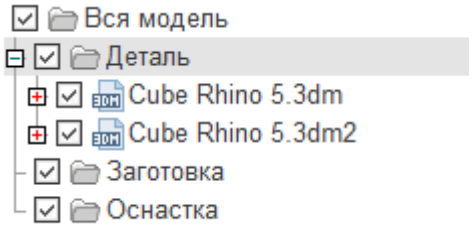
Обновление из CAD системы

Импорт файлов всегда осуществляется в активную группу(see page 175) и от того, какая группа будет активной зависит поведение CAM системы:

- Если необходимо обновить импортированную модель, то эту группу нужно сделать активной, либо переключиться в CAM систему и обновить из него;



- Если необходимо еще раз импортировать модель, то нужно сделать активным узел, куда необходимо добавить модель.



Сопутствующие ссылки:

Редактирование структуры геометрической модели(see page 198)

4.1.5.3 Работа с буфером обмена

На панели инструментов окна структуры модели расположены кнопки для работы с буфером обмена.

-  – Вырезать выбранные объекты в буфер обмена.
-  – Копировать выбранные объекты в буфер обмена.
-  – Вставка объектов из буфера обмена в текущую группу.

Скопированные или вырезанные в буфер обмена объекты могут быть неоднократно вставлены в активную на данный момент группу.

Функции продублированы в контекстном меню графического окна(see page 94). Доступ к функциям также возможен через нажатие стандартных сочетаний кнопок клавиатуры: [Ctrl+X], [Ctrl+C], [Ctrl+V].

Сопутствующие ссылки:

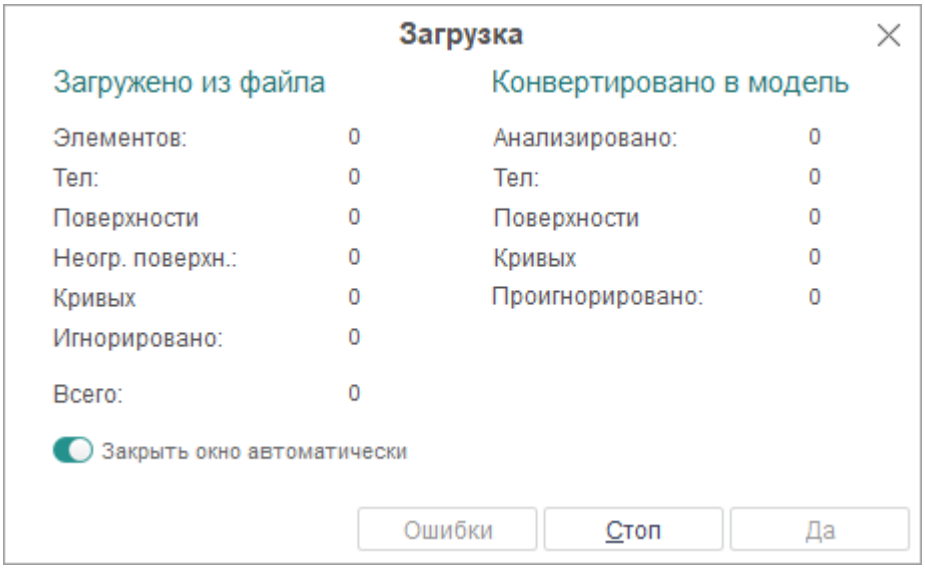
Редактирование структуры геометрической модели(see page 198)

4.2 Импорт геометрических объектов

Импорт моделей из файлов передачи геометрической информации осуществляется нажатием кнопки Импорт либо обычным "перетаскиванием" файла модели в рабочее окно приложения. Функция продублирована в главной панели(see page 76) программы, которое также может быть вызвано сочетанием клавиш [Ctrl+I].

При импорте моделей в открывшемся диалоге выбора необходимо указать импортируемый файл. В окне выбора файла можно устанавливать фильтр по расширению файлов. Набор поддерживаемых форматов файлов зависит от конфигурации, а также от установленных дополнений к CAM системе(see page 218).

В процессе импорта в окне отображается текущая информация о ходе процесса чтения файла и создания геометрических объектов. Индикатор процесса отображает процент выполненных работ. При импорте из файлов с простой внутренней структурой используется однопроходный алгоритм. Чтение файла и формирование геометрической модели происходят одновременно. При импорте из файлов со сложной структурой данных используется двухпроходный алгоритм. На первом этапе происходит чтение файла и анализ структуры модели, а на втором – формирование геометрической модели.



Панель <Загружено из файла> показывает статистические данные по чтению файла:

- <Элементов> – счётчик загруженных объектов;
- <Тел>– счётчик загруженных твёрдых тел;
- <Поверхностей> – счётчик загруженных ограниченных поверхностей;
- <Неогр. поверхн.> – счётчик загруженных поверхностей;
- <Кривых> – счётчик загруженных кривых;

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <Игнорировано.> – счётчик пропущенных объектов (незначащих, некорректных или неподдерживаемых объектов);
- <Всего> – общее количество объектов.

Панель <Конвертировано в модель> отображает статистические данные по преобразованию прочитанных данных во внутреннюю модель:

- <Анализировано> – счётчик преобразованных объектов;
- <Тел> – счётчик преобразованных твёрдых тел;
- <Поверхностей> – счётчик преобразованных ограниченных поверхностей;
- <Кривых> – счётчик преобразованных кривых;
- <Игнорировано> – счётчик пропущенных объектов.

Все топологические связи между объектами анализируются именно на этапе преобразования во внутреннюю модель, здесь же из большого числа составляющих формируются сложные объекты – тела, поверхности (Solids, Faces). Все простые объекты, входящие в состав более сложных, дополнительно не дублируются в виде самостоятельных объектов. Поэтому зачастую количество считанных из файла объектов больше переведенных в модель.

Например, поверхность (Face) состоит из неограниченной поверхности и нескольких ограничивающих кривых. При чтении файла сама ограниченная поверхность и все ее составляющие части учитывается в соответствующих полях счетчика. А при формировании внутренней модели все эти элементы учитываются только как одна поверхность (Face).

Нажатием кнопки <Стоп> во время импорта можно прервать загрузку файла.

В процессе импорта система анализирует импортируемую модель и, в случае обнаружения в ней ошибок, некорректных записей или неподдерживаемых типов данных, выдает соответствующие сообщения. Сообщения об ошибках выводятся во вспомогательное окно. Для его открытия следует нажать кнопку <Ошибки>. Кнопка доступна лишь при наличии ошибок при импорте из файла. В случае возникновения фатальных ошибок загрузка файла прекращается. В случае возникновения ошибок следует подробнее ознакомиться с особенностями импорта из файла этого формата и выполнить рекомендации по устранению ошибок.

Для автоматического закрытия окна после завершения процесса импорта следует включить флаг <Закрыть окно автоматически>. Если флаг не установлен или возникли ошибки при импорте, то для продолжения работы следует нажать кнопку <Да>.

Примечание: *Импортируются лишь те типы объектов, которые указаны в* окне системных установок(see page 138) *на странице <*Импорт(see page 145)*>. Элементы других типов игнорируются.*

Примечание: *При необходимости преобразования типов кривых максимальное отклонение при аппроксимации будет меньше значения, указанного в поле <**Точность аппроксимации**> в том же окне.*

Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

Импорт объектов из IGES-файлов(see page 205)

Импорт объектов из DXF-файлов(see page 207)

Импорт объектов из PostScript-файлов(see page 208)

Импорт объектов из STL-файлов(see page 210)

Импорт объектов из VRML-файлов(see page 211)

Импорт объектов из 3dm-файлов (Rhinoceros™)(see page 212)

Импорт объектов из файлов Parasolid™(see page 212)

Импорт объектов из файлов SolidWorks™(see page 213)

Импорт объектов из файлов SolidEdge™(see page 213)

Дополнения к CAM системе(see page 218)

4.2.1 Импорт объектов из IGES-файлов

Файл обмена геометрической информацией в формате <IGES> обычно имеет расширения *.igs или *.iges. Формат <IGES> позволяет передавать множество типов геометрических объектов в различных формах представления. Благодаря чему достигается передача информации между различными системами практически без искажений. Формат <IGES> получил широкое распространение, особенно в областях, где требуется точная передача достаточно сложных трехмерных геометрических моделей.

Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

Требования к IGES-файлу(see page 205)

Типы импортируемых объектов(see page 205)

Рекомендации по настройке модуля IGES-экспорта в моделирующей программе(see page 206)

4.2.1.1 Требования к IGES-файлу

Модуль <IGES импорта> разработан на основе спецификации <IGES> версии 5.3. Система импортирует только файлы <IGES> в формате <ASCII>. Это означает, что IGES-файлы, созданные в сжатом ASCII-формате (Compressed ASCII form) или в двоичном формате (Binary form), будут оценены системой при загрузке как ошибочные. Система автоматически определяет тип текстового файла (DOS-тип или UNIX-тип, они отличаются разным обозначением конца строки) и корректно загружает файлы обоих типов.

Сопутствующие ссылки:

Импорт объектов из IGES-файлов(see page 205)

4.2.1.2 Типы импортируемых объектов

Как известно, всё множество объектов, определённых в стандарте <IGES>, разделено на группы. Ниже перечислены группы и объекты <IGES>, импортируемые системой, в скобках даны имена объектов и коды их типов в стандарте <IGES>.

Из группы <Кривые и поверхности> импортируются:

- <Circular Arc>, type 100 (дуга);
- <Composite Curve>, type 102 (составная кривая);
- <Conic Arc>, type 104 (коническая дуга);
- <Copious Data>, type 106 (ломаная);

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <Plane>, type 108 (плоскость);
- <Line>, type 110 (прямая);
- <Parametric Spline Curve>, type 112 (параметрическая сплайн-кривая);
- <Parametric Spline Surface>, type 114 (параметрическая сплайн-поверхность);
- <Point>, type 116 (точка);
- <Ruled Surface>, type 118 (линейчатая поверхность);
- <Surface of Revolution>, type 120 (поверхность вращения);
- <Tabulated Cylinder>, type 122 (табулированный цилиндр);
- <Transformation Matrix>, type 124 (матрица);
- <Rational B-Spline Curve>, type 126 (NURBS-кривая);
- <Rational B-Spline Surface>, type 128 (NURBS-поверхность);
- <Offset Curve>, type 130 (кривая, полученная смещением);
- <Offset Surface>, type 140 (поверхность, полученная смещением);
- <Boundary>, type 141 (граница поверхности);
- <Curve on a Parametric Surface>, type 142 (кривая на поверхности);
- <Bounded Surface>, type 143 (ограниченная поверхность);
- <Trimmed Surface>, type 144 (обрезанная поверхность).

Из группы <B-Rep Solids group> импортируются типы:

- <Face>, type 510 (ограниченная поверхность);
- <Loop>, type 508 (набор ограничивающих кривых);
- <Edge>, type 504 (ребро);
- <Vertex>, type 502 (вершина).

Это позволяет системе работать с твёрдыми телами <Manifold Solid B-Rep Object>, type 186 в том числе и как с набором поверхностей.

Из группы <Annotation entities> (объекты для примечаний) не импортируется ни один тип. Эти объекты не существенны для задач механообработки.

Из группы <Structure entities> (объекты структурирования) импортируется только объект определения цвета <Color Definition>, type 314, то есть цвета импортированной модели идентичны её цветам в моделирующей программе.

Сопутствующие ссылки:

Импорт объектов из IGES-файлов(see page 205)

4.2.1.3 Рекомендации по настройке модуля IGES-экспорта в моделирующей программе

Практически все современные системы 3D-моделирования имеют модуль экспорта в формат <IGES>. Этот модуль, как правило, является настраиваемым, конфигурируемым. Вот некоторые советы, которыми рекомендуется воспользоваться при подготовке IGES-файлов.

- Если в меню настройки IGES-экспорта есть регулировка точности генерации объектов, её нужно установить достаточно высокой. Это позволит системе более гладко "сшить" поверхности, составляющие модель, а значит, и более точно обработать её. Не рекомендуется генерировать модель с точностью меньшей, чем предполагаемая точность обработки(see page 748).
- Необходимо заменить типы объектов, которые не импортируются системой на импортируемые. Например, конструктор, работая в моделирующей программе, может использовать твердотельный объект-сферу. Импортировать её в систему в виде IGES-объекта <Sphere> (type 158) нельзя, но можно заменить объекты этого типа комбинацией объектов других типов (types 144, 143, 510).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Если наборы ограничивающих кривых (bound, loop) заданы только в модельном 3D-пространстве, то при импорте автоматически будут построены соответствующие им ограничивающие кривые в параметрическом пространстве (UV). Это, теоретически, может внести в модель дополнительные неточности. Поэтому желательно наличие параметрических кривых ограничения. Это касается объектов <Boundary> (type 141) и <Loop> (type 508). Если возникают проблемы при импорте геометрических объектов, попытайтесь в настройках IGES-экспорта моделирующей программы разрешить генерацию параметрических кривых ограничения. Если это невозможно, замените объекты <Bounded Surface> (type 143), <Face> (type 510) на объекты <Trimmed Parametric Surface> (type 144).

Сопутствующие ссылки:

Импорт объектов из IGES-файлов(see page 205)

4.2.2 Импорт объектов из STEP-файлов

<STEP> - стандарт обмена данными модели изделия. Формат файла определяется в ISO 10303-21 (том 21 - геометрическое представление формы изделия). Формат <STEP> позволяет передавать множество различных типов геометрических объектов. Поэтому можно добиться передачи данных между различными системами практически без искажений. Формат <STEP> широко распространен, особенно в районах, где требуется высокая точность передачи данных из-за очень сложных трехмерных геометрических моделей.

Поддерживаются следующие типы моделей:

- каркасные;
- поверхностные;
- твердотельные.

Схемы файлов:

- CONFIG_CONTROL_DESIGN;
- AUTOMOTIVE_DESIGN

Стандартные расширения файлов *.step*; *.stp*.

Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.3 Импорт объектов из DXF-файлов

Формат <DXF> в основном используется для передачи плоских чертежей и векторных рисунков. Передача объемных моделей поддерживается, но имеет существенные различия в зависимости от версии. Файлы имеют расширение *.dxf.

Ограничения: *Секция <**HEADER**> должна обязательно присутствовать в DXF-файле. Файл без заголовка считается ошибочным.*

В настоящее время из DXF-файлов импортируются только двухмерные объекты. На технологию обработки значительное влияние оказывает геометрия объектов, а такие атрибуты как толщина и стиль объектов не существенны, и поэтому игнорируются.

Примечание: *В текущей версии не импортируется текст (объект <**TEXT**>). Для импорта текста необходимо преобразовать его в кривые.*

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Типы импортируемых объектов:

- <POINT> (точка);
- <LINE> (прямая);
- <CIRCLE> (окружность);
- <ARC> (дуга);
- <POLYLINE> (составная линия);
- <SPLINE> (сплайн);
- <BLOCK>, <INSERT> (блок) – все приведённые выше типы будут импортированы из блока.

Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.4 Импорт объектов из PostScript-файлов

Формат <PostScript> позволяет передавать плоское векторное и растровое изображение. Файлы обычно имеют расширение *.ps или *.eps (<Encapsulated PostScript>). Формат получил широкое распространение в издательских системах и при передаче информации на принтеры, поддерживающие PostScript-интерфейс.

Ограничения: *CAM система импортирует из PostScript-файлов только векторную информацию. Не импортируются растровые рисунки, вставленные в PostScript-файл. В текущей версии не импортируется текст. Для корректного импорта текста необходимо преобразовать его в кривые.*

Для осуществления импорта используются функции библиотеки GhostScript (инструкция по установке(see page 208)). При первом импорте будет предложено загрузить библиотеку и указать её местоположение. Также это можно сделать в окне системных настроек во вкладке <Импорт>.

Рекомендации по экспорту в PostScript-файл на примере программы CorelDraw:

- Включить режим <Curves> в группе <Export text as>, при этом CorelDraw сгенерирует наборы кривых, соответствующие каждой букве текста в целевом PostScript-файле.
- Выключить опцию <Include header> в группе <Image header>.

Сопутствующие ссылки:

Установка библиотеки GhostScript(see page 208)

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.4.1 Установка библиотеки GhostScript

Для импорта файлов PostScript необходимо программное обеспечение Ghostscript. Данная библиотека разработана компанией Artifex Software, Inc[7] и не входит в поставку CAM системы по причине лицензионных ограничений. Но вы можете скачать ее и установить самостоятельно для персонального использования.

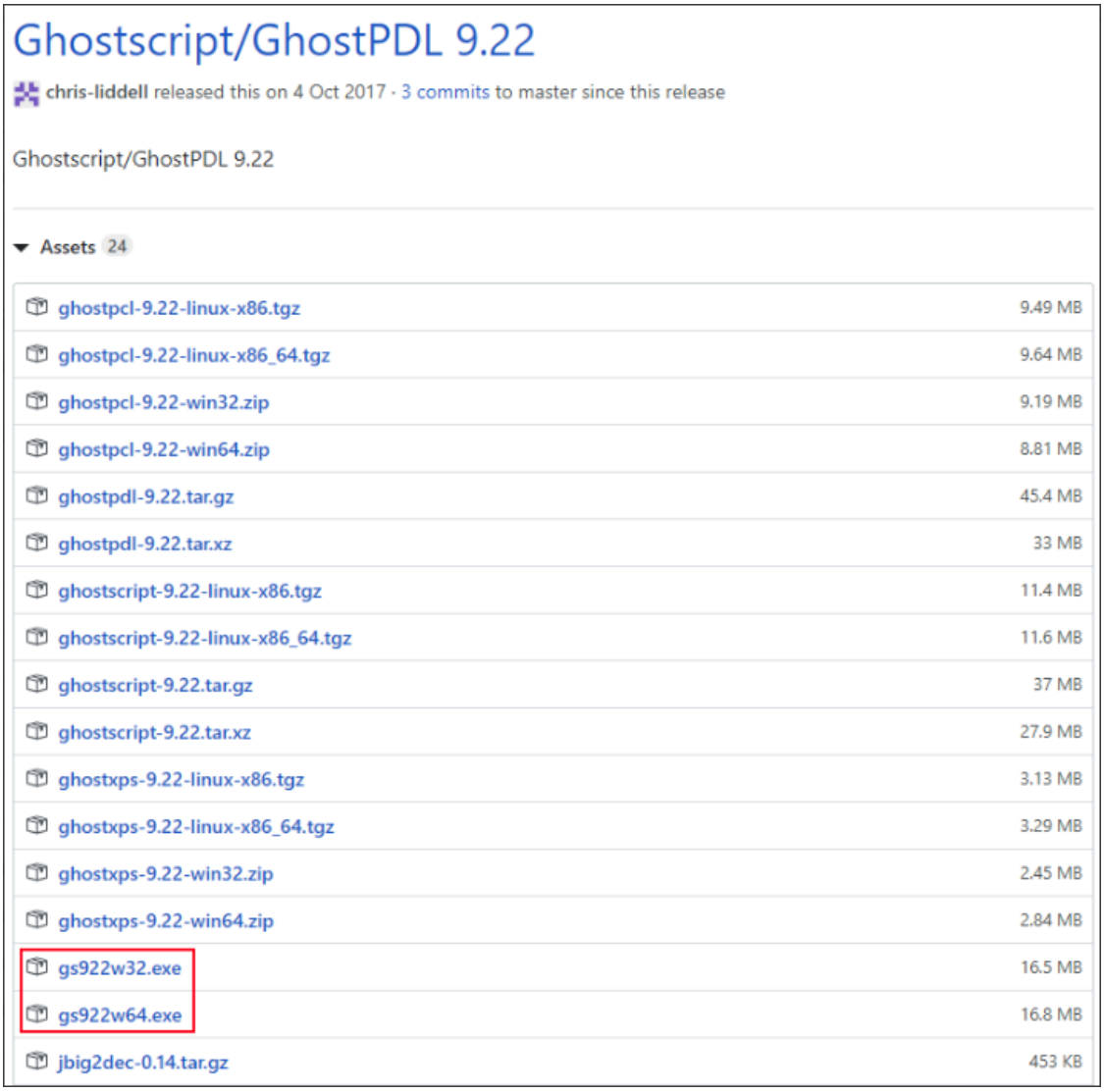
CAM система поддерживает библиотеку Ghostscript версии не старше 9.22

7 https://www.ghostscript.com/index.html

Скачать Ghostscript 9.22[8]

Перед вами откроется окно репозитория GitHub - выберите установочный файл нужной разрядности (32 или 64 битное):

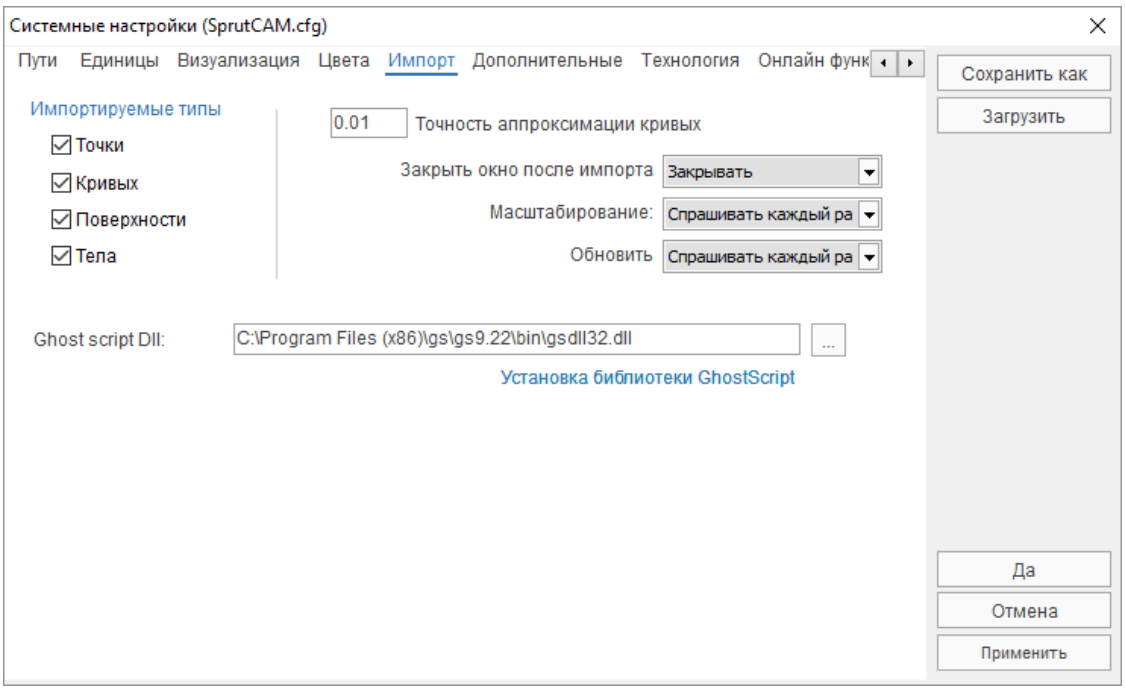
Примечание: *Разрядность должна соответствовать разрядности CAM системы. Соответственно: CAM система 32 бита - 32 бита Ghostscript, иначе - Ghostsript 64 бита.*



После установки необходимо указать путь к библиотеке: gsdll32.dll для 32 бита и gsdll64.dll для 64 бита. Она находится в директории, куда было установлено программное обеспечение Ghostscript, в папке bin. Это можно сделать через меню "**Системные настройки**" вкладка "**Импорт**":

8 https://github.com/ArtifexSoftware/ghostpdl-downloads/releases/tag/gs922

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.5 Импорт объектов из STL-файлов

Формат позволяет передавать объемные модели, представленные в виде набора плоских треугольников. Файлы обычно имеют расширение *.stl. Поддерживается импорт из файлов как бинарного, так и текстового форматов.

Ограничений на типы импортируемых объектов нет. Если возникли сложности при импорте файла в бинарном формате, то рекомендуется попробовать произвести импорт через текстовый формат, так как он не зависит от платформы.

Примечание: *Модель при передаче через формат <**STL**> аппроксимируется множеством треугольников. Поэтому возможна передача без потери точности лишь некоторых типов геометрических моделей. Для передачи моделей общего вида следует устанавливать точность аппроксимации при экспорте не ниже требуемой* точности обработки(see page 748) *или использовать более богатый формами представления формат (например, <*IGES(see page 205)*>).*

Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.6 Импорт объектов из PLY-файлов

PLY это формат файлов компьютера известный как формат фала полигонов (Polygon File Format) или Стенфордский формат треугольников. Он был спроектирован для хранения данных, полученных с 3D сканеров.



Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.7 Импорт объектов из AMF-файлов

Формат файла AMF (Additive Manufacturing File - файл аддитивного производства) - это открытый стандарт для описания объектов для процессов аддитивного производства таких как 3D печать. Официальный стандарт ISO/ASTM 52915:2013 это основанный на XML формат спроектированный специально для того чтобы можно было описывать фигуры и композиции любых 3D объектов в САПР-программах для производства на 3D принтерах.



Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.8 Импорт объектов из VRML-файлов

<VRML> (Virtual Reality Modeling Language) – это формат файлов описания интерактивных трехмерных объектов и виртуальных миров. Формат <VRML> спроектирован для использования в Internet. VRML файлы используются также и в локальных системах.

Каждый VRML файл является описанием трехмерного пространства, содержащего графические объекты. Сцена может динамически изменяться благодаря различным механизмам языка.

Для проектирования технологии обработки необходима информация о геометрии объектов. Такие атрибуты, как источник света, цвет фона, прозрачность или угол сглаживания, элементы анимации и обработки событий являются несущественными и игнорируются.

В текущей версии импортируются следующие типы геометрических объектов:

- <Box> (куб);
- <Cone> (конус);
- <Cylinder> (цилиндр);
- <ElevationGrid> (сетка в виде матрицы);
- <Extrusion> (вытягивание);
- <IndexedFaceSet> (сетка);
- <IndexedLineSet> (ломаная);
- <Sphere> (сфера).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Импортируется информация о цвете геометрических объектов, их расположении и пространственных преобразованиях над ними. Поддерживаются именованные объекты.

Ограничения:

- Не импортируется объект <TEXT>.
- Игнорируется узел <Inline> для использования данных из других файлов и Internet.
- Не рекомендуется использовать VRML-файлы с секциями <PROTO> и <EXTERNPROTO>, из-за их частичной поддержки.

Требования к VRML-файлу:

- Импортируются файлы в формате <VRML 2.0>.
- Обязательно наличие заголовка файла <#VRML V2.0 utf8>, иначе файл считается несоответствующим формату.
- Упакованный файл нужно предварительно распаковать.

Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.9 Импорт объектов из 3dm-файлов (Rhinoceros™)

CAM система производит прямое чтение файлов проектов CAD-системы Rhinoceros версий 1.0 – 5.0 (*.3dm).

Все типы геометрических данных импортируются полностью. Информация о размещении элементов по слоям и информация о визуальных свойствах, кроме цвета, игнорируется.

***Примечание**: для прямого чтения в формате не требуется установленный на ПК Rhinoceros.*

***Примечание**: импорт моделей в формате 3dm (Rhinoceros) возможен также с помощью дополнений к CAM системе, например,* "Панель инструментов Rhinoceros™ для запуска CAM системы™ и дополнение для импорта".

Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

Панель инструментов Rhinoceros™ и дополнение для импорта(see page 229)

4.2.10 Импорт объектов из файлов Parasolid™

Parasolid™ – ядро геометрического моделирования, поддерживающее следующие типы моделей:

- каркасные;
- поверхностные;
- твердотельные;
- конечно-элементные.

Формат передачи данных **Parasolid™** позволяет передавать не только информацию о модели, но и связи между моделями.

Стандартные расширения файлов x_t; x_b.

Для проектирования технологии обработки необходима информация о геометрии объектов. Такие атрибуты, как источник света, цвет фона, прозрачность или угол

сглаживания, элементы анимации и обработки событий являются несущественными и игнорируются.

CAM система поддерживает формат передачи данных **Parasolid™** до версии 30.2.

Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.11 Импорт объектов из файлов SolidWorks™

СПРУТКАМ® позволяет импортировать файлы SolidWorks™.

Файлы проектов SolidWorks™ содержат в себе секцию Parasolid™, мы извлекаем ее и импортируем.

Стандартные расширения файлов SLDASM; SLDPRT.

Примечание: *В данный момент импорт файлов, не имеющих конфигурацию, невозможен.*

Сопутствующие ссылки:

Импорт объектов из файлов Parasolid™(see page 212)

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.12 Импорт объектов из файлов SolidEdge™

СПРУТКАМ®
позволяет импортировать файлы SolidEdge™.

Файлы проектов SolidEdge™ содержат в себе секцию Parasolid™, мы извлекаем ее и импортируем.

Стандартные расширения файлов ASM; PAR; PSM; PWD.

Сопутствующие ссылки:

Импорт объектов из файлов Parasolid™(see page 212)

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.13 Импорт объектов из файлов SGM

Формат представления трехмерных моделей в инструментальной среде CAM системы (*.sgm) поддерживается ENCY полностью, без каких бы то ни было ограничений.

Сопутствующие ссылки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Импорт геометрических объектов(see page 203)

4.2.14 Импорт объектов через дополнения к CAM системе

Дополнения (расширения)(see page 218) – это программные компоненты, которые могут быть дополнительно подключены к CAM системе.

Они обеспечивают возможность импорта файлов проектов САПР(see page 223).

Основное правило при использовании дополнения - данная САПР должна быть установлена на ПК.

Сопутствующие ссылки:

Импорт геометрических объектов(see page 203)

Дополнения к CAM системе(see page 218)

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

4.2.15 Импорт объектов из 5DC-файлов

Формат позволяет импортировать сплайны в виде набора точек(xyzijk). Основные положения:

- поддерживается только текстовый формат данных в кодировке UTF-8
- позволяет хранить несколько сплайнов: в качестве разделителя используется символ ";"(точка с запятой) на новой строке. После символа можно указать имя кривой
- минимальное количество точек (строк) сплайна не должно быть меньше двух
- первая строка файла вместо точек может содержать настройки

Если первая строка файла не содержит настроек, то для каждой строки, включая первую:

- числа координат разделяются пробелом
- точка представляется в виде 6 чисел: "X Y Z NX NY NZ", где X,Y,Z - координаты точки, а NX NY NZ - нормаль точки

Если первая строка файла содержит настройки, то для каждой строки, кроме первой:

- числа координат разделяются разделителем, заданным в строке настроек
- точка представляется в виде нескольких чисел, согласно формату, заданному в строке настроек

Если строка настроек задана, она должна содержать три обязательных параметра и может содержать шесть необязательных параметров. Параметры должны быть разделены пробелом.

Обязательные параметры:

- Формат чисел точки:

	Формат	Описание	Количество точек в строке
1	tffNormalVector	Координаты точки и нормаль	6
2	tffQuaternion	Координаты точки и кватернион X Y Z W	7
3	tffEulerXYZ	Координаты точки и углы Эйлера Rx Ry Rz с поворотом вокруг подвижных осей	6
4	tffEulerXZY	Координаты точки и углы Эйлера Rx Rz Ry с поворотом вокруг подвижных осей	6
5	tffEulerYXZ	Координаты точки и углы Эйлера Ry Rx Rz с поворотом вокруг подвижных осей	6
6	tffEulerYZX	Координаты точки и углы Эйлера Ry Rz Rx с поворотом вокруг подвижных осей	6
7	tffEulerZXY	Координаты точки и углы Эйлера Rz Rx Ry с поворотом вокруг подвижных осей	6
8	tffEulerZYX	Координаты точки и углы Эйлера Rz Ry Rx с поворотом вокруг подвижных осей	6
9	tffEulerXYX	Координаты точки и углы Эйлера Rx Ry Rx с поворотом вокруг подвижных осей	6
10	tffEulerXZX	Координаты точки и углы Эйлера Rx Rz Rx с поворотом вокруг подвижных осей	6
11	tffEulerYXY	Координаты точки и углы Эйлера Ry Rx Ry с поворотом вокруг подвижных осей	6
12	tffEulerYZY	Координаты точки и углы Эйлера Ry Rz Ry с поворотом вокруг подвижных осей	6
13	tffEulerZXZ	Координаты точки и углы Эйлера Rz Rx Rz с поворотом вокруг подвижных осей	6
14	tffEulerZYZ	Координаты точки и углы Эйлера Rz Ry Rz с поворотом вокруг подвижных осей	6
15	tffFixedABC	Координаты точки и углы Эйлера Rx Ry Rz без поворота вокруг подвижных осей	6
16	tffFixedXZY	Координаты точки и углы Эйлера Rx Rz Ry без поворота вокруг подвижных осей	6
17	tffFixedYXZ	Координаты точки и углы Эйлера Ry Rx Rz без поворота вокруг подвижных осей	6

© 2025 ООО СПРУТ Технология

	Формат	Описание	Количество точек в строке
18	tffFixedYZX	Координаты точки и углы Эйлера Ry Rz Rx без поворота вокруг подвижных осей	6
19	tffFixedZXY	Координаты точки и углы Эйлера Rz Rx Ry без поворота вокруг подвижных осей	6
20	tffFixedZYX	Координаты точки и углы Эйлера Rz Ry Rx без поворота вокруг подвижных осей	6
21	tffFixedXYX	Координаты точки и углы Эйлера Rx Ry Rx без поворота вокруг подвижных осей	6
22	tffFixedXZX	Координаты точки и углы Эйлера Rx Rz Rx без поворота вокруг подвижных осей	6
23	tffFixedYXY	Координаты точки и углы Эйлера Ry Rx Ry без поворота вокруг подвижных осей	6
24	tffFixedYZY	Координаты точки и углы Эйлера Ry Rz Ry без поворота вокруг подвижных осей	6
25	tffFixedZXZ	Координаты точки и углы Эйлера Rz Rx Rz без поворота вокруг подвижных осей	6
26	tffFixedZYZ	Координаты точки и углы Эйлера Rz Ry Rz без поворота вокруг подвижных осей	6
27	tffTwoAngAB	Координаты точки и два угла AB	5
28	tffTwoAngAC	Координаты точки и два угла AC	5
29	tffTwoAngBA	Координаты точки и два угла BA	5
30	tffTwoAngBC	Координаты точки и два угла BC	5
31	tffAxisAngleRad	Координаты точки и ось - угол в радианах	6
32	tffAxisAngleDeg	Координаты точки и ось - угол в градусах	6

- Углы заданы в градусах: True (градусы)/False (радианы). Актуально для форматов в пунктах 3 - 30.
- Разделитель - всегда один символ.

Необязательные параметры (дополнительная трансформация):

- Смещение вдоль оси X. X=N, где N - значение смещения
- Смещение вдоль оси Y. Y=N, где N - значение смещения
- Смещение вдоль оси Z. Z=N, где N - значение смещения

© 2025 ООО СПРУТ Технология

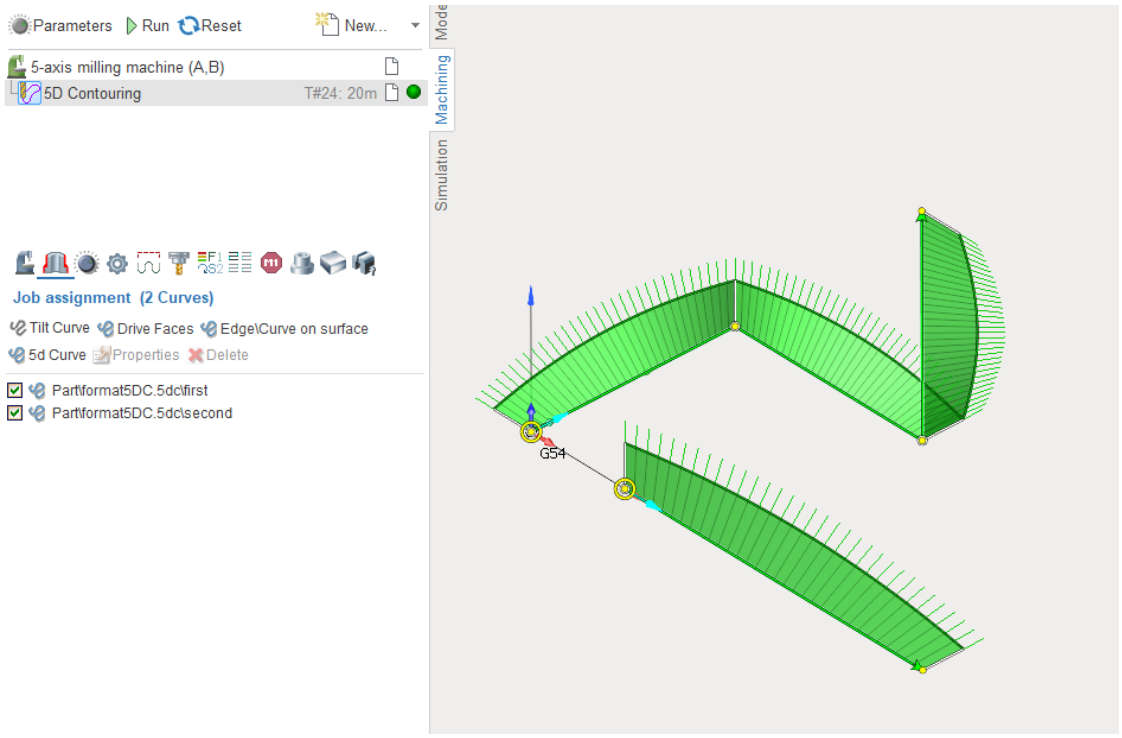
- Поворот на угол A. A=N, где N - значение угла поворота
- Поворот на угол B. B=N, где N - значение угла поворота
- Поворот на угол C. C=N, где N - значение угла поворота

Пример файла, не содержащего настроек:

format5DC.5dc

```
; first
0.000000 0.000000 0.000000 -1.000000 0.000000 0.000000
0.000000 50.000000 0.000000 0.000000 0.000000 1.000000
50.000000 50.000000 0.000000 0.000000 1.000000 0.000000
50.000000 50.000000 50.000000 1.000000 0.000000 0.000000
; second
25.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 1.000000
50.000000 50.000000 -50.000000 0.000000 1.000000 0.000000
```

Результат добавления кривых в рабочее задание кнопкой 5D Кривая в операции 5D контур(see page 1009) представлен на следующем изображении:



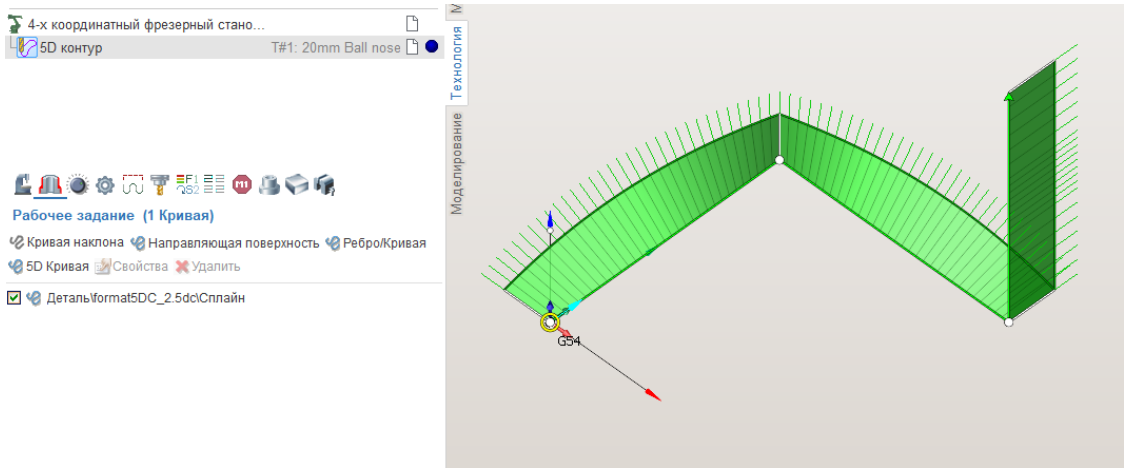
Пример файла, с настройками:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

format5DC_2.5dc

```
tffEulerXYZ true , A=0.00 B=0.00 C=0.00
0.000,0.000,0.000,0.000,-90.000,0.000
0.000,50.000,0.000,0.000,0.000,90.000
50.000,50.000,0.000,-90.000,0,0.000
50.000,50.000,50.000,-90.000,0,0.000
```

Результат добавления такой кривой в рабочее задание кнопкой 5D Кривая в операции 5D контур(see page 1009) представлен на следующем изображении:



4.2.16 Дополнения к СПРУТКАМ

Дополнения (расширения) – это программные компоненты, которые могут быть дополнительно подключены к программе.

Они обычно предназначены для расширения возможностей CAM системы, а также для интеграции с другими приложениями. (Например, для передачи и ассоциированного обновления геометрической модели из моделлера / CAD-системы).

Дополнения (расширения) – это внешние библиотеки (DLL или LIB), различные макросы или VBA/JS-скрипты, COM-объекты и пр. Они могут обеспечивать возможность обмена данными с другими приложениями, использование различных модулей приложений (например, модулей импорта для возможности расширения импортируемых форматов файлов), добавление пунктов меню или кнопок в интерфейсные окна приложений (например, открытия CAM системы и передачи / обновления геометрической модели) и т.п.

Обычно дополнения можно разделить на две категории: панели инструментов, которые вызываются из CAD-систем сторонних фирм производителей. А также те, которые вызываются из самой системы СПРУТКАМ для импорта моделей из файлов, созданных в формате CAD-системы.

Сопутствующие ссылки:

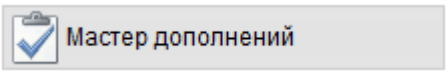
Мастер дополнений CAM системы(see page 219)

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

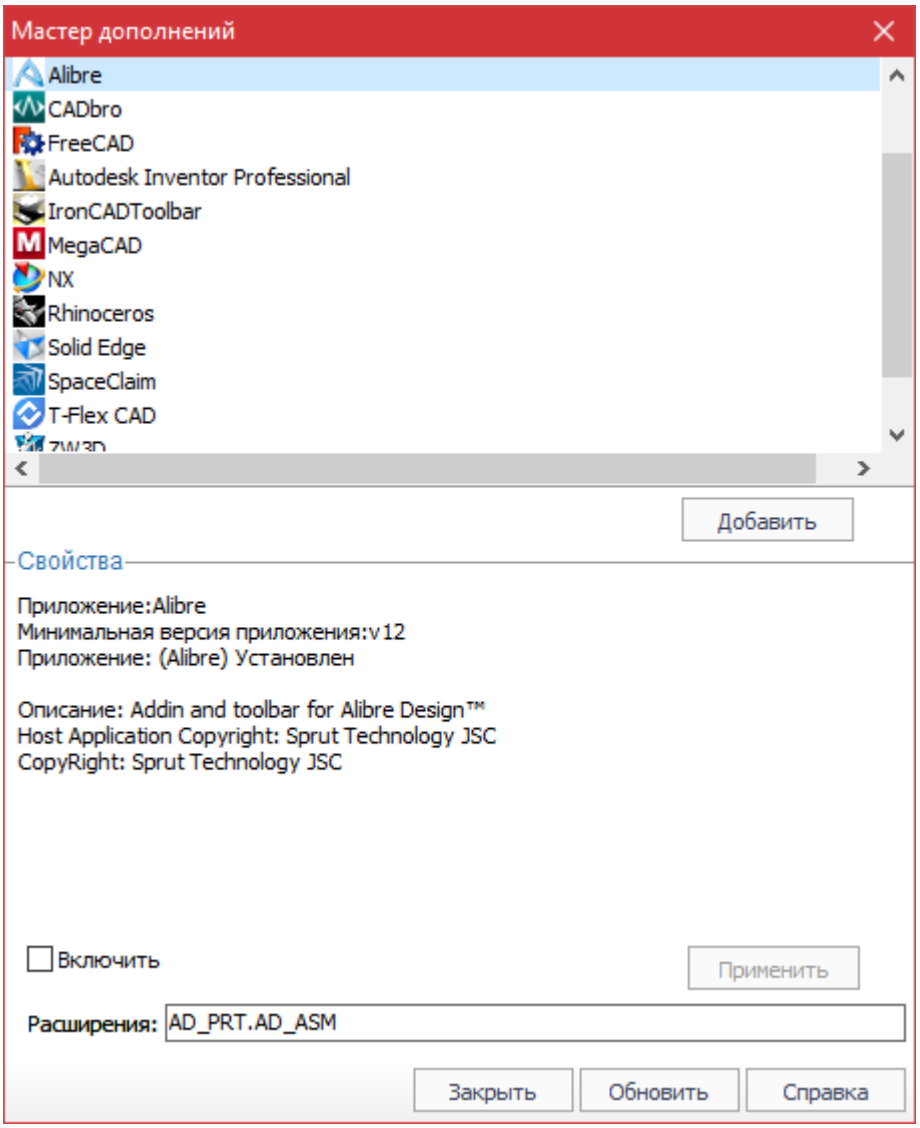
4.2.16.1 Мастер дополнений CAM системы

Мастер дополнений CAM системы – приложение предназначенное для установки, подключения и отключения дополнений CAM системы, регистрации внешних CAD-трансляторов, а также для настройки их параметров .

Запуск приложения производится из CAM системы, вызвав <**Мастер дополнений**> с панели <**Инструменты**>.



Окно программы:



Дополнения

Для установки дополнения необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Выбрать нужное дополнение в верхнем списке.
2. Нажать кнопку <**Установить**>.
3. Отредактировать параметры (при необходимости).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

4. Нажать кнопку <**Применить**> для сохранения внесённых изменений (если параметры были изменены).
5. Нажать кнопку <**Закрыть**> если требуется завершить работу <**Мастера дополнений**>.

Для удаления дополнения следует:

1. Выбрать нужное дополнение в верхнем списке.
2. Нажать кнопку <**Удалить**>.
3. Нажать кнопку <**Закрыть**> если требуется завершить работу <**Мастера дополнений**>.

> Перед установкой/удалением панели инструментов необходимо закрыть систему, на которую эта панель ставится, о чем уведомит установщик. Если этого не сделать, то установка/удаление не будет произведено.

При выборе дополнения в верхнем списке вся дополнительная информация об этом дополнении отображается на панели <**Свойства**>. Обычно это имя и версия приложения, с которым работает дополнение, описание предоставляемых возможностей, прочая информация. Список редактируемых параметров дополнения и средства для их редактирования также располагаются на панели <**Свойства**>.

Если выбранное дополнение установлено, то при помощи флажка <**Включено**> его можно временно отключить/включить с сохранением изменённых ранее свойств (при нажатии последовательно кнопок <**Удалить**> и <**Установить**> все произведенные ранее изменения будут утеряны и дополнение будет установлено со свойствами по умолчанию).

Поле <**Расширения**> появляется на экране в случае, если выбранное в списке дополнение производит работы с файлами, имеющими определённые расширения (например, импорт/экспорт). Список расширений имен файлов может быть изменён в поле <**Расширения**>, в соответствии с используемой конфигурацией приложения или желаемыми настройками. После этих изменений дополнение будет импортировать или экспортировать файлы с расширениями из нового списка.

Кнопка <**По умолчанию**> выставляет все свойства выбранного дополнения по умолчанию. Например, если расширения имен файлов были изменены, то нажатие кнопки <**По умолчанию**> вернёт их изначальный набор.

Кнопка <**Применить**> сохраняет изменения свойств выбранного дополнения.

Кнопка <**Установить**> / <**Удалить**> выбранное дополнение устанавливается (регистрируется) и далее становится доступным для редактирования свойств, либо наоборот – удаляется (отрегистрируется).

Кнопка <**Закрыть**> закрывает <**Мастер дополнений**>. При этом если были внесены изменения, то при закрытии будет задан вопрос: "Выйти с сохранением / Выйти без сохранения / Отменить выход".

Кнопка <**Обновить**> обновляет список дополнений и все данные о дополнениях. При этом несохраненные изменения будут утеряны.

Кнопка <**Помощь**> вызывает справочную систему.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

В некоторых случаях при изменении свойств дополнения потребуется перезагрузить приложения, которые они обслуживают. Например, при установке дополнения "Toolbar CAM системы для SOLIDWORKS" потребуется перезагрузить SOLIDWORKS.
Дополнения CAM системы должны находиться в папке (или во вложенных папках, **<CurrenVer>** - номер текущей версии CAM системы). Мастер дополнений проверяет все вложенные папки и автоматически заносит все доступные дополнения в список. То есть, любые новые дополнения, полученные от службы технической поддержки(see page 28) или из какого-либо другого источника достаточно скопировать в папку AddIn. После этого можно запустить Мастер дополнений и установить желаемые дополнения.

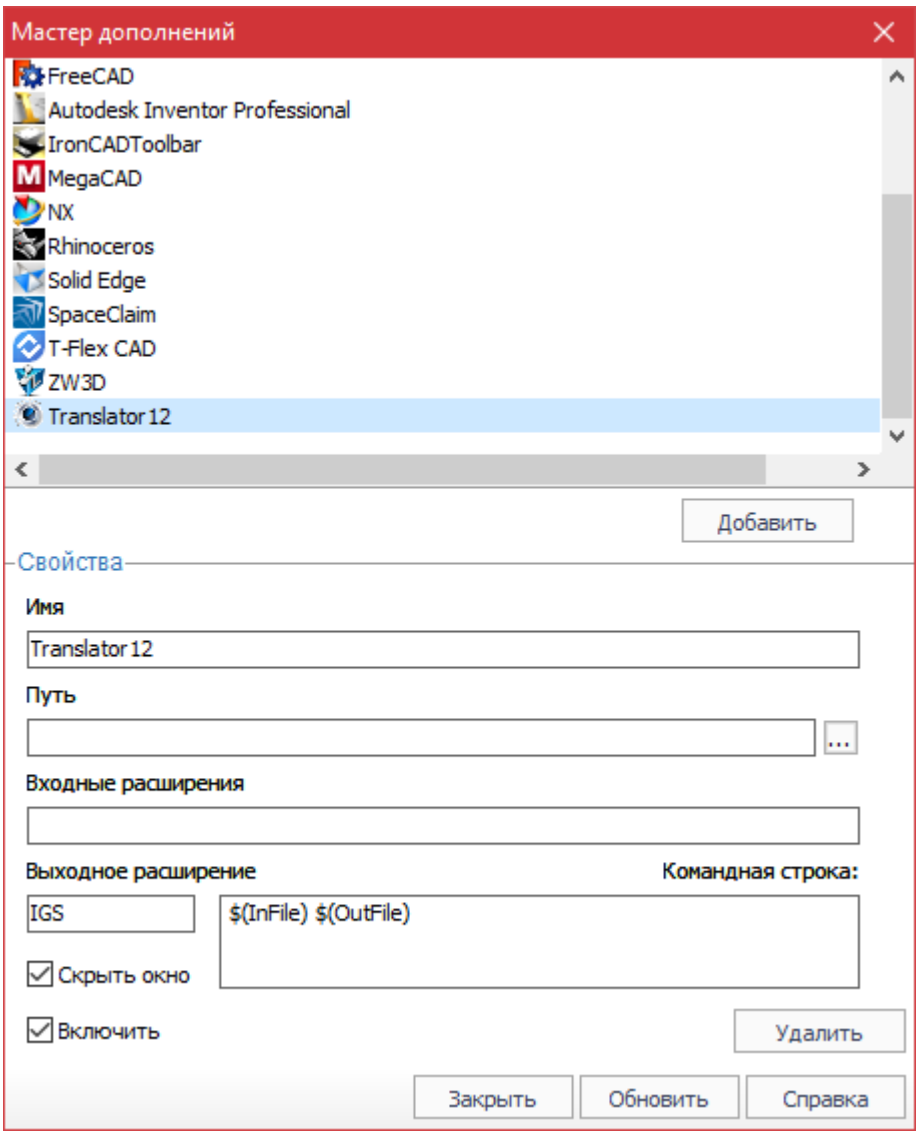
Внешние CAD трансляторы

С помощью менеджера дополнений Вы можете подключать к CAM системе внешние CAD трансляторы. CAD трансляторами называются программы, позволяющие преобразовывать файлы одного формата (например, CATIA, Pro/E, NX и т.д.) в другой, встроенный в CAM систему (например, IGS, STL, 3DM) и поддерживающие интерфейс командной строки. Регистрация CAD транслятора в менеджере дополнений позволит вам импортировать в файлы CAM системы, поддерживаемые транслятором.

Итак, чтобы зарегистрировать внешний транслятор,

1. откройте менеджер дополнений,
2. Нажмите кнопку <**Добавить**>.
3. Заполните параметры транслятора.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Вам необходимо заполнить следующие поля:

- <**Имя**>. Введите здесь имя, которое будет использоваться в окне импорта в списке поддерживаемых форматов (например, Translator1 (external) (.model.ipt)
- <**Путь**>. Укажите полный путь к исполняемому файлу транслятора. Вы можете также воспользоваться кнопкой с тремя точками рядом с полем, чтобы задать путь к транслятору с помощью стандартного окна выбора файлов.
- <**Входные расширения**> Здесь задаются расширения форматов, поддерживаемых транслятором. Расширения следует разделять точкой, например, model.ipt.step.sat.
- <**Выходное расширение**> В данном поле указывается расширение выходного файла. Это должен быть один из родных форматов CAM системы, например, IGS, 3dm, STL, STEP, X_T.
- <**Командная строка**> Введите параметры командной строки, передаваемые транслятору. Используйте макро $(InFile) вместо пути к входному файлу и макро $(OutFile) вместо пути к выходному файлу, например, командная строка может иметь вид -i $(InFile) -o $(OutFile).

Сопутствующие ссылки:

Дополнения к CAM системе(see page 218)

4.2.16.2 Список дополнений к СПРУТКАМ

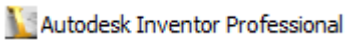
В состав программы включены следующие дополнения:

- Панель инструментов Alibre Design™ и дополнение для импорта(see page 227);
- Панель инструментов Autodesk Inventor™ и дополнение для импорта(see page 223);
- Панель инструментов CADbro™(see page 226);
- Панель инструментов CAXA 3D™(see page 235);
- Панель инструментов FreeCAD™ и дополнение для импорта(see page 226);
- Панель инструментов IronCAD™(see page 227);
- Панель инструментов KeyCreator™(see page 236);
- Панель инструментов КОМПАС™ и дополнение для импорта(see page 228);
- Панель инструментов NX™ и дополнение для импорта;(see page 229)
- Панель инструментов Rhinoceros™ и дополнение для импорта(see page 229);
- SolidCAM™ toolbar & import addin(see page 237);
- Панель инструментов SolidEdge™ и дополнение для импорта(see page 231);
- Панель инструментов SOLIDWORKS™ и дополнение для импорта(see page 232);
- Панель инструментов SpaceClaim™ и дополнение для импорта(see page 232);
- Панель инструментов T-Flex™ и дополнение для импорта(see page 233);
- Панель инструментов ZW3D™ и дополнение для импорта(see page 234);
- Дополнение Onshape™ коннектор(see page 234).

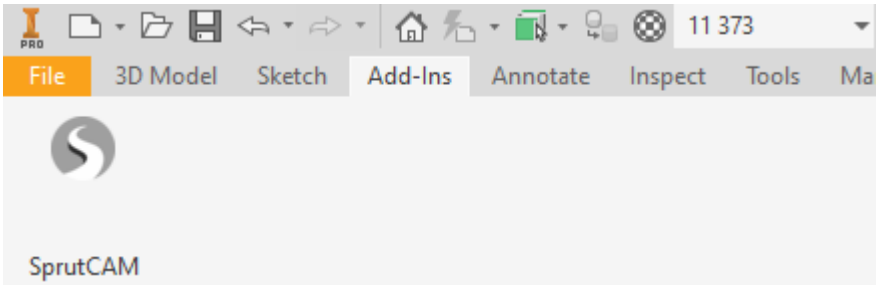
Сопутствующие ссылки:

Дополнения к CAM системе(see page 218)

Панель инструментов Autodesk Inventor™ и дополнение для импорта



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **Autodesk Inventor Professional™** в CAM систему.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **Autodesk Inventor Professional™**.

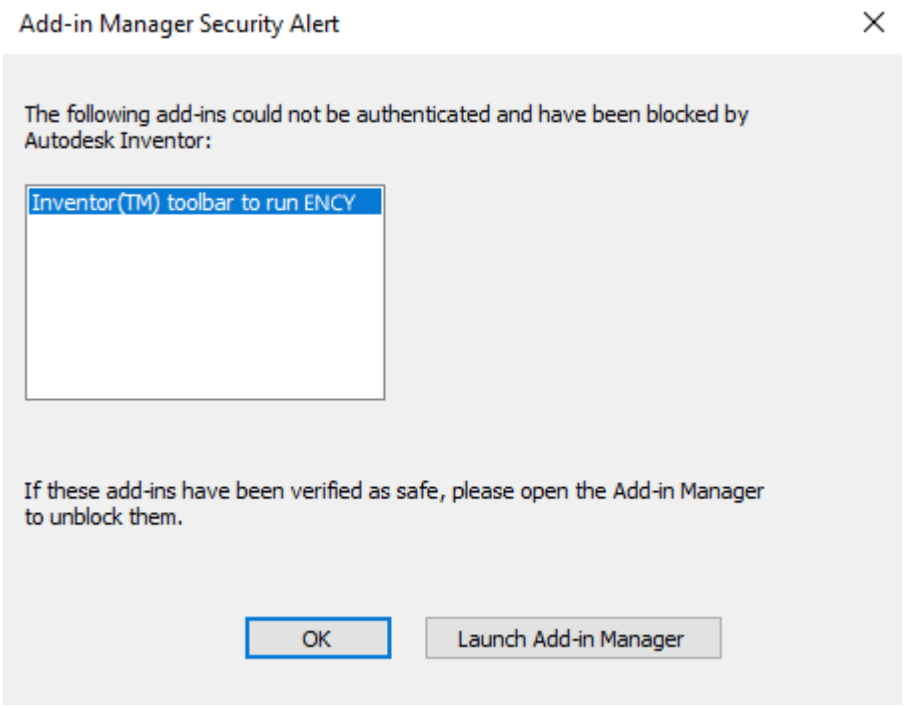
Поддерживаемые расширения файлов: IAM, IDW, IPT, IPN, IDE, PRT, ASM, SAT, STE, STEP, DWG, DXF, IGES, IGS.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

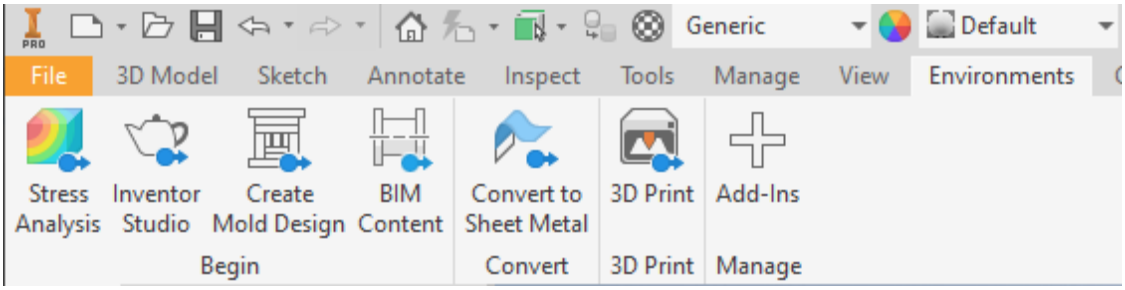
> Приложение Autodesk Inventor Professional™ должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

В **Autodesk Inventor Professional™2020** могут возникнуть проблемы с установкой **панели инструментов** CAM системы:

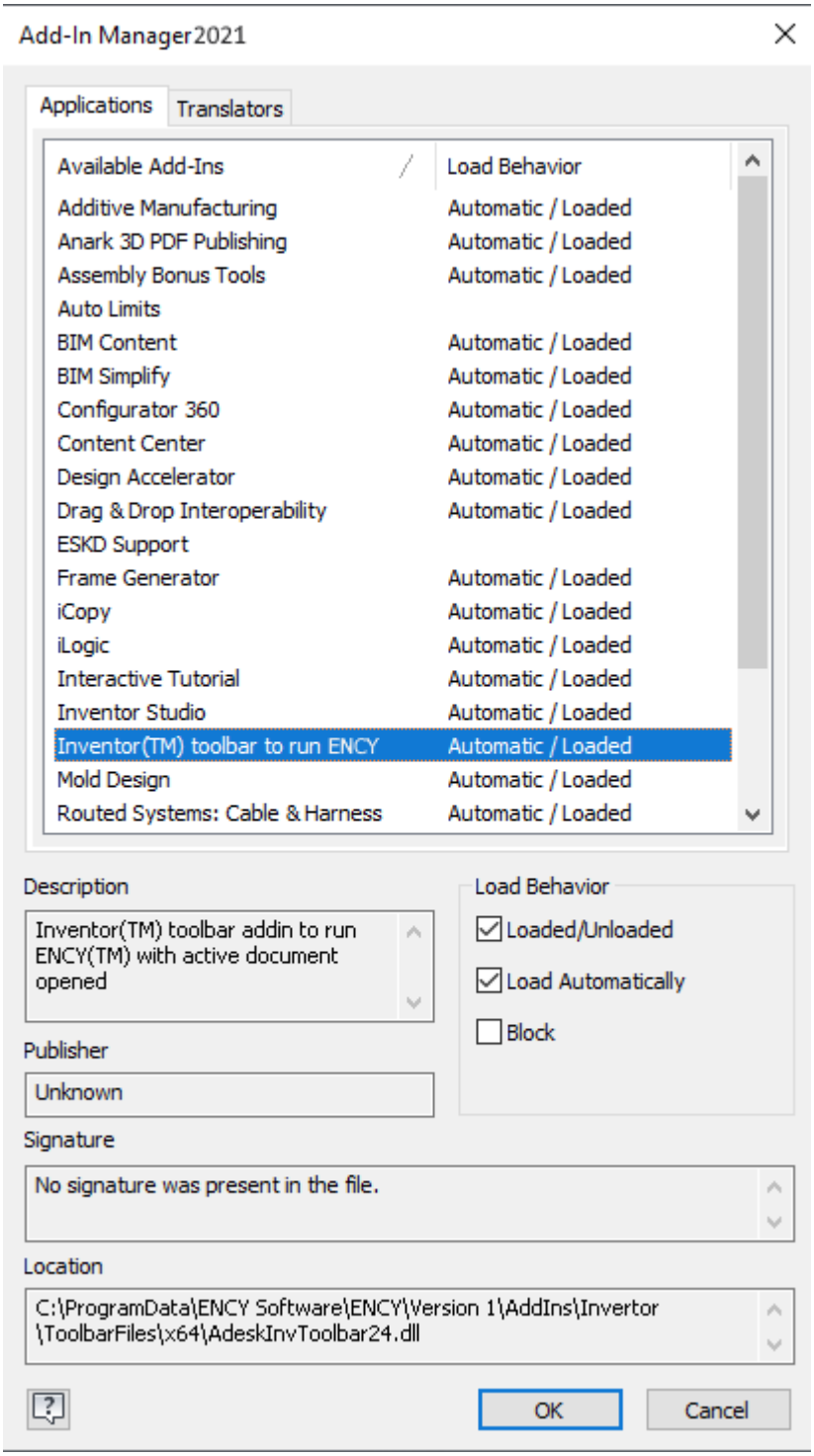
Если при старте появилось следующее окно:



то необходимо вручную разрешить запуск в **Autodesk Inventor Professional™2020**. Для этого следует открыть Add-in Manager в этом окне, или же найти кнопку на ribbon панели:



В открывшемся окне нужно найти **панель инструментов** CAM систему и выставить настройки как показано на следующем скриншоте:



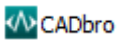
После чего **панель инструментов** CAM системы должна появиться в **Autodesk Inventor Professional™2020**.

Сопутствующие ссылки:

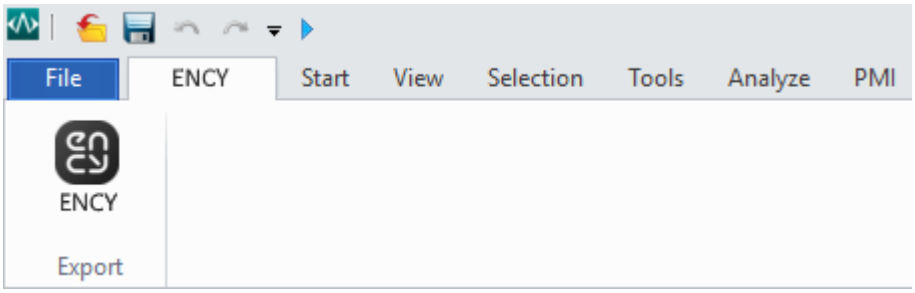
Список дополнений CAM системы(see page 223)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Панель инструментов CADbro™



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из CADbro™ в CAM систему.



> Приложение **CADbro™** должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

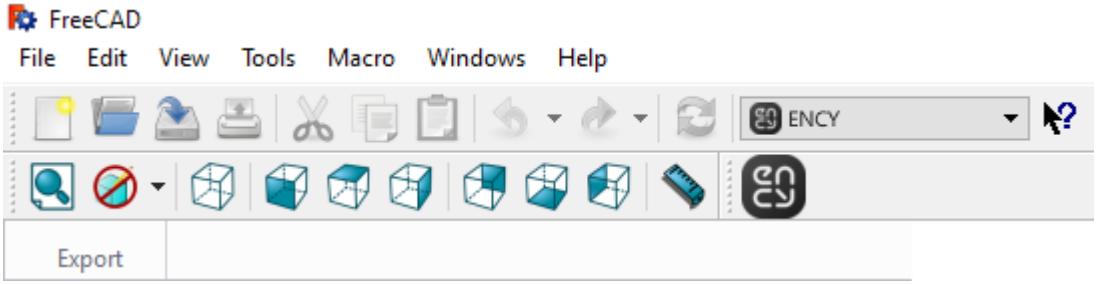
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов FreeCAD™ и дополнение для импорта



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **FreeCAD™** в CAM систему.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **FreeCAD™**.

Поддерживаемые расширения файлов: FCSTD, BREP, BRP, DAT, SVG, SVGZ, UNV, MED, BDF, IFC, IV, AST, BMS, OBJ, OFF, PLY, OCA, GCAD, CSG, ASC, POV, INC.

> Приложение **FreeCAD™** должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

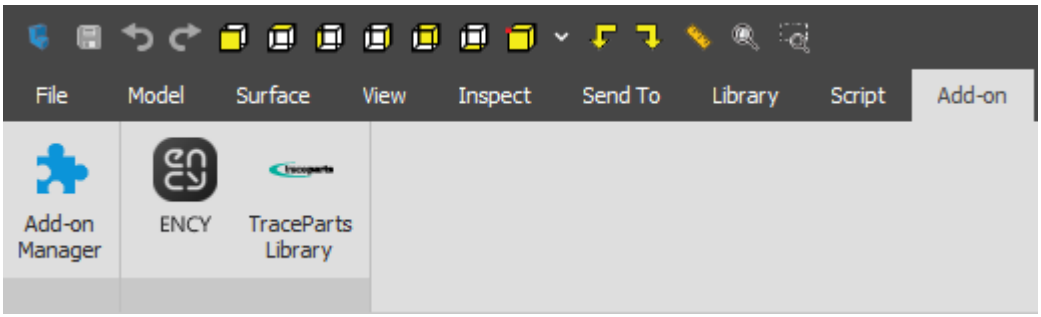
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов Alibre Design™ и дополнение для импорта

Alibre

Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **Alibre Design™** в CAM систему.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **Alibre Design™**.

Поддерживаемые расширения файлов: AD_PRT, AD_ASM, AD_SMP.

> Приложение Alibre Design™ должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

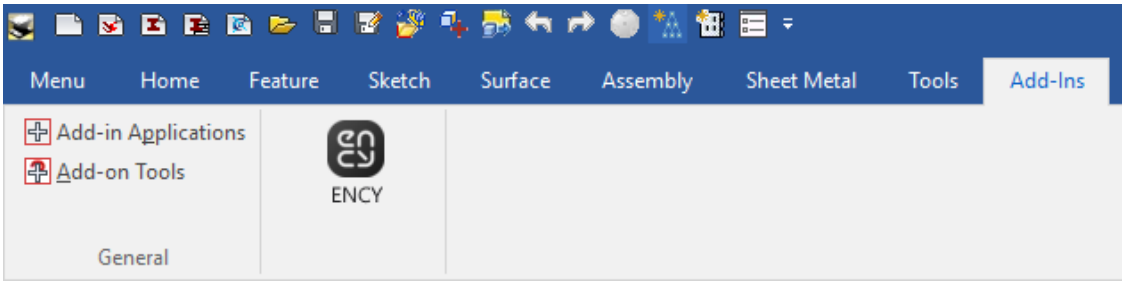
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов IronCAD™

IronCADToolbar

Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **IronCAD™** в CAM систему.

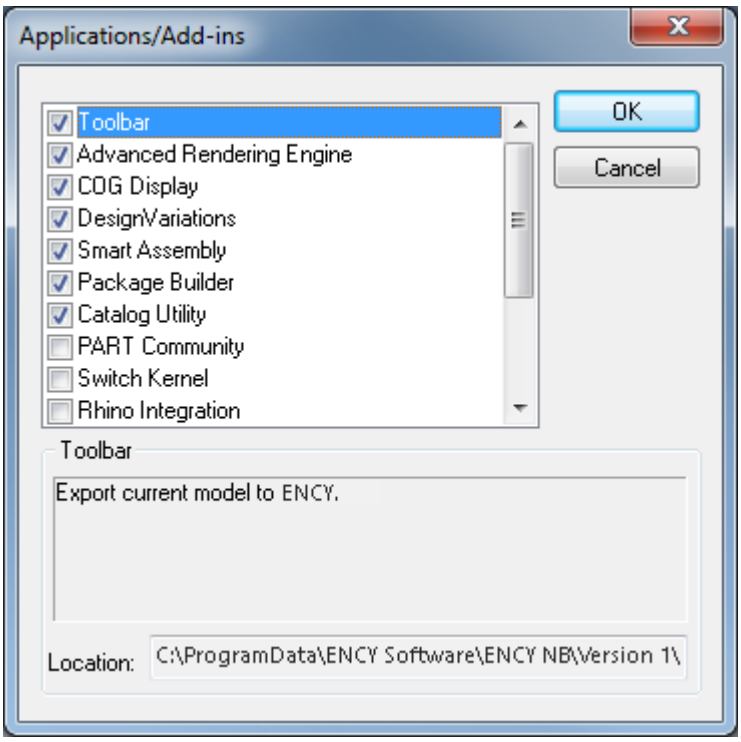


После установки панель инструментов может не появиться в **IronCAD™**. Тогда нужно нажать

Add-in Applications

и в открывшемся окне активировать его:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Поддерживаемые расширения файлов: ICS, IC3D, ICSW, ICD, EXB.

> Приложение ***IronCAD***™ должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

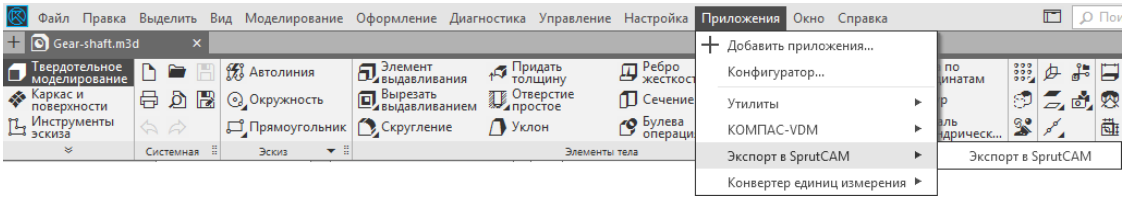
Панель инструментов КОМПАС™ и дополнение для импорта

Kompas(TM)x32
Kompas(TM)x64

Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **Kompas™** и **Kompas Home™** в CAM систему.

Доступны две версии: x32 и x64 для сопряжения с соответствующими версиями CAD системы.

> В версиях **Kompas V18+** больше не работает в **демо-режиме**.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **Kompas™**.

Поддерживаемые расширения файлов: A3D, M3D, CDW, FRW.

> Приложение Kompas™ или **Kompas Home™** должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

Ассоциативность

Ассоциативность не будет работать, если в **Kompas™** при перестроении модели использовать операции, что изменяют все тело (такие как перемещение, масштабирование и т.д.). Данные операции приводят к полному сбросу уникальных индексов и их приходится назначать заново.

Сопутствующие ссылки:

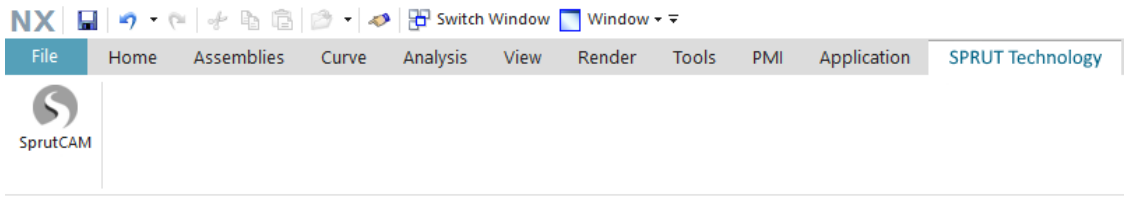
Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов NX™ и дополнение для импорта



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **NX™** в CAM систему

> Поддерживается **NX™** версии 8.5 и 11.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **NX™**.

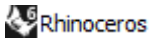
Поддерживаемые расширения файлов: PRT.

> Приложение **NX™** должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

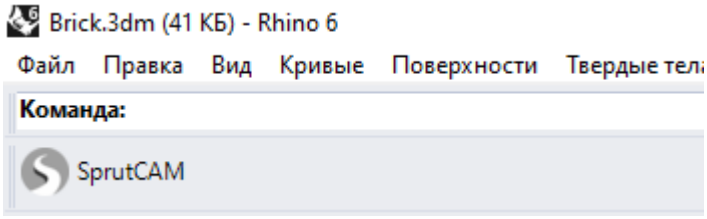
Панель инструментов Rhinoceros™ и дополнение для импорта



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **Rhinoceros™** в CAM систему.

> Поддерживается Rhinoceros версии 3 - 7.
> Для Rhinoceros версии 3 требуется обновление **SR3c** (build 21-apr-2004).



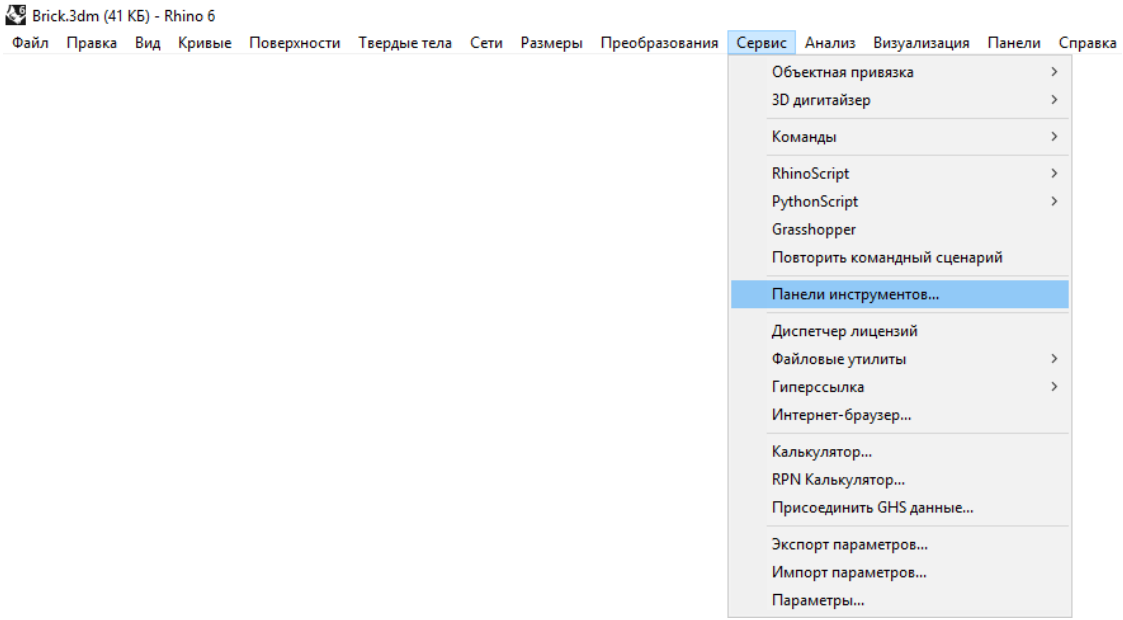
Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **Rhinoceros™**.

Поддерживаемые расширения файлов: 3DM, RWS, 3DS, STP, STEP, RAW, WRL, VRML, AI, EPS, LWO, SPL, VDA, DWG, DXF, DGN, SLDPRT, SLDASM.

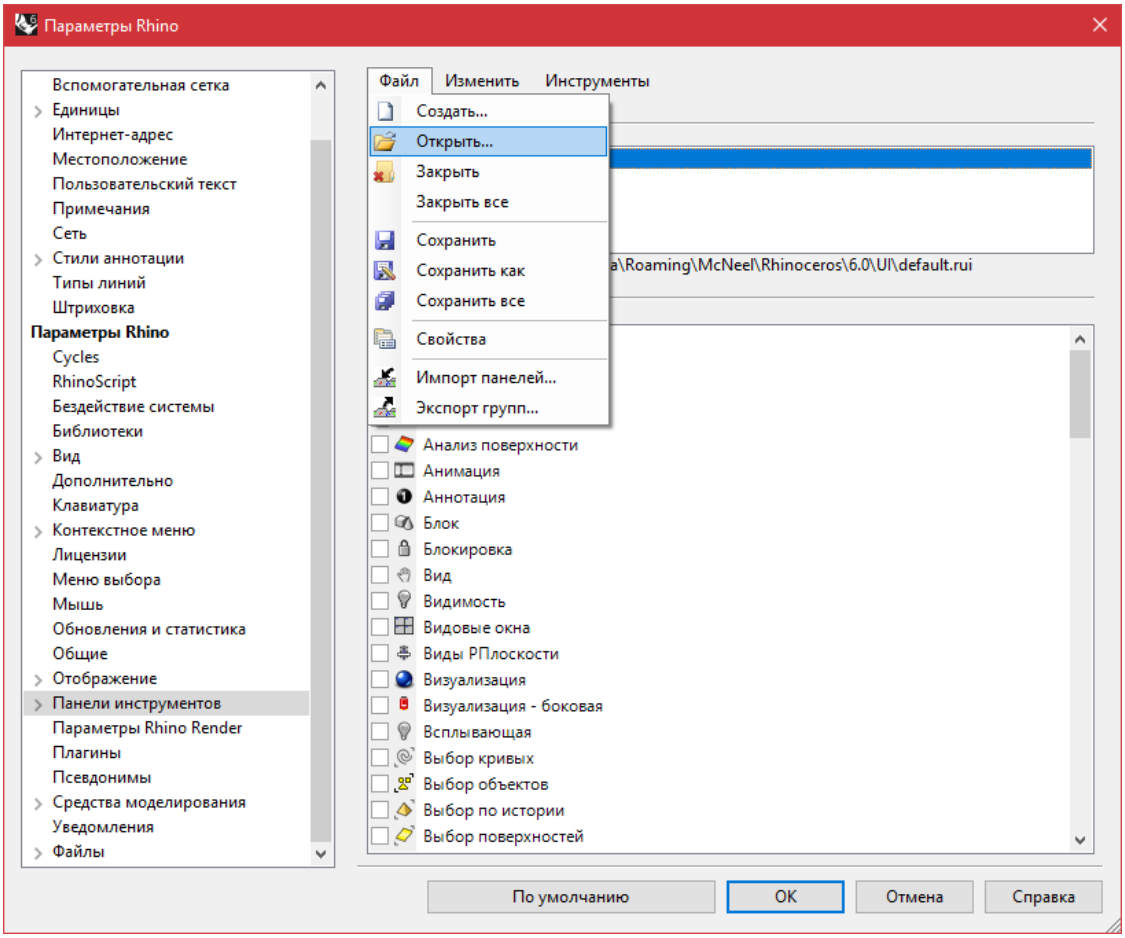
> Приложение Rhinoceros™ должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.
> Приложение **Rhinoceros™** должно хотя бы 1 раз запущено и закрыто, чтобы данные записались в реестре. Иначе панель инструментов не сможет установиться.

Ручной способ установки панели инструментов

В запущенном приложении **Rhinoceros™** зайдите в **Сервис → Панели инструментов...**:



В открывшемся окне нажмите **Файл → Открыть...**:



Затем укажите путь к файлу панели инструментов **ToolbarForRhino5.rui**. Для примера, в версии 1 он будет находиться тут:

C:\ProgramData\ENCY Software\ENCY NB\Version 1\AddIns\Rhino\ToolbarForRhino5.rui

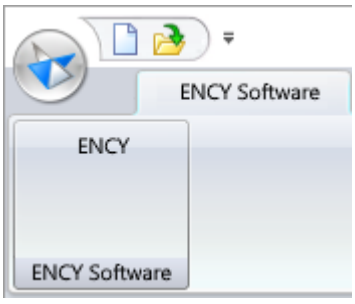
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов SolidEdge™ и дополнение для импорта

Solid Edge

Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **SolidEdge™** в CAM систему.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **SolidEdge™**.

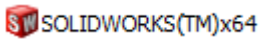
Поддерживаемые расширения файлов: ASM, DFT, PAR, PSM, MDS, PWD, DGN, DXF, DWG, PRT, SAT, STP, STEP, X_B, XMT_BIN, X_T, XMT_TXT.

> Приложение SolidEdge™ должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов SOLIDWORKS™ и дополнение для импорта



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из SOLIDWORKS™ в CAM систему.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов SOLIDWORKS™.

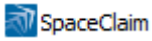
Поддерживаемые расширения файлов: SLDASM, ASM, SLDPRT, PRT, SLDDRW, DRW, X_B, XMT_BIN, X_T, XMT_TXT, STP, STEP.

> Приложение SOLIDWORKS™ должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

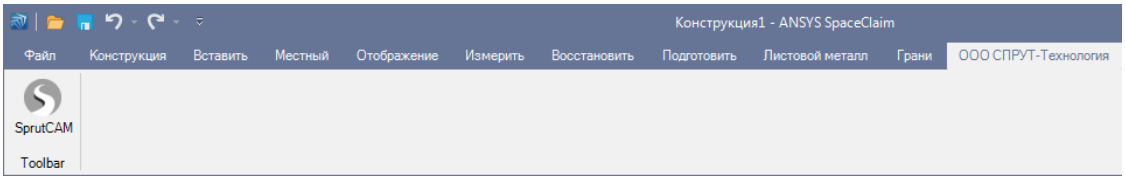
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов SpaceClaim™ и дополнение для импорта



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **SpaceClaim™** CAM систему.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **SpaceClaim™**.

Поддерживаемые расширения файлов: SLDASM, ASM, SLDPRT, PRT, SLDDRW, DRW, X_B, XMT_BIN, X_T, XMT_TXT, STP, STEP.

*Приложение **SpaceClaim**™ должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.*

Ассоциативность

По умолчанию обмен между **SpaceClaim™** и CAM системой осуществляется посредством файлов Parasolid (ассоциативность поддерживается). Но данный модуль не входит в стандартную поставку компонентов для **SpaceClaim™**, поэтому была реализована возможность ручного переключения расширения обменного файла. В этом случае ассоциативность будет потеряна, но сохранится возможность экспорта.

Инструкция по изменению расширения:

1. Нужно перейти в папку, где находятся файлы дополнения;
2. Копировать файл SpaceClaimTranslator.xml и переименовать копию в SpaceClaimTranslator_UserConfig.xml;
3. Переместить этот файл на директорию выше;
4. Открыть файл SpaceClaimTranslator_UserConfig.xml, найти строку <OutputExtension> и изменить расширение:

a. X_T - для Parasolid (только он поддерживает ассоциативность);
b. STP - для STEP;
c. IGS - для IGES.

5.Сохранить изменения и переустановить дополнение в Менеджере дополнений(see page 219).

Удаление файла SpaceClaimTranslator_UserConfig.xml установит настройки обмена по умолчанию.

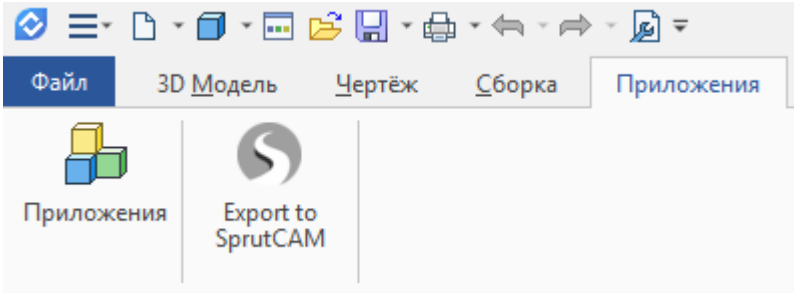
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов T-Flex™ и дополнение для импорта

T-Flex CAD

Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **T-Flex™** в CAM систему.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **T-Flex™**.

Поддерживаемые расширения файлов: GRB.

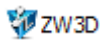
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Приложение **T-Flex™** должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

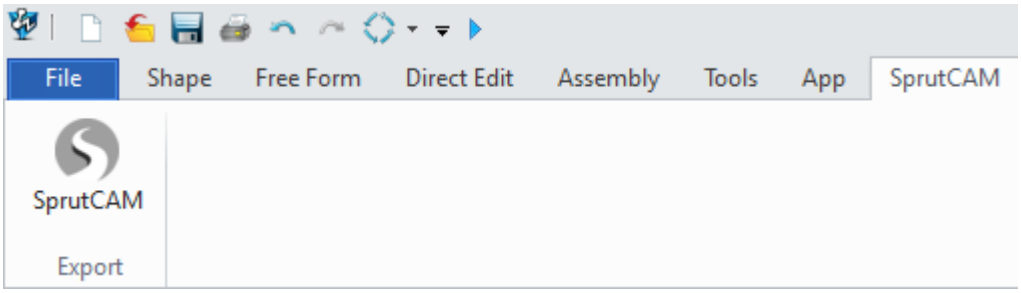
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов ZW3D™ и дополнение для импорта



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **ZW3D™** в CAM систему.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **ZW3D™**.

Поддерживаемые расширения файлов: Z3.

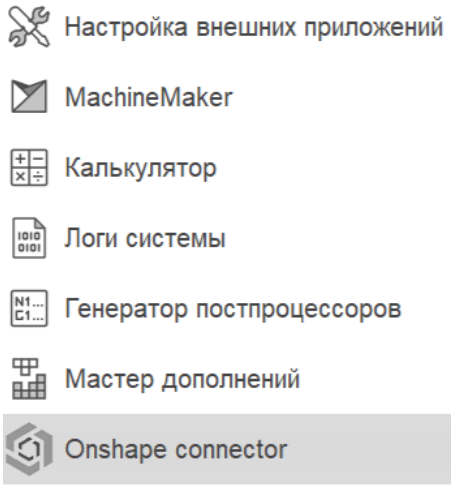
*Приложение **ZW3D™** должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.*

Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Дополнение для Onshape™

Onshape™ это облачная САПР нового поколения.



Дополнение запускается нажатием на иконку **<Onshape>** на панели инструментов программы. После авторизации пользователя в Onshape, дополнение отобразит список доступных моделей. Выбор модели из списка запустит процесс её импорта в систему. Если текущая модель, импортированная в систему, будет изменена пользователем в Onshape, дополнение предложит обновить модель в системе. Дополнение для Onshape обеспечивает полную ассоциативность(see page 237) модели.

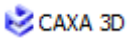
Доступность дополнения для Onshape может быть настроена в **<**Окне для настроек внешних утилит (see page 131) **>.**

Демонстрация работы дополнения для Onshape доступна на YouTube.[9]

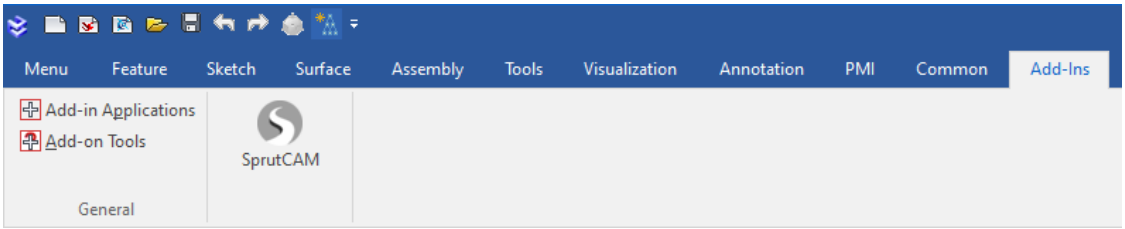
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

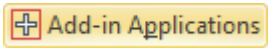
Панель инструментов CAXA 3D™



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **CAXA 3D ™** в CAM систему.



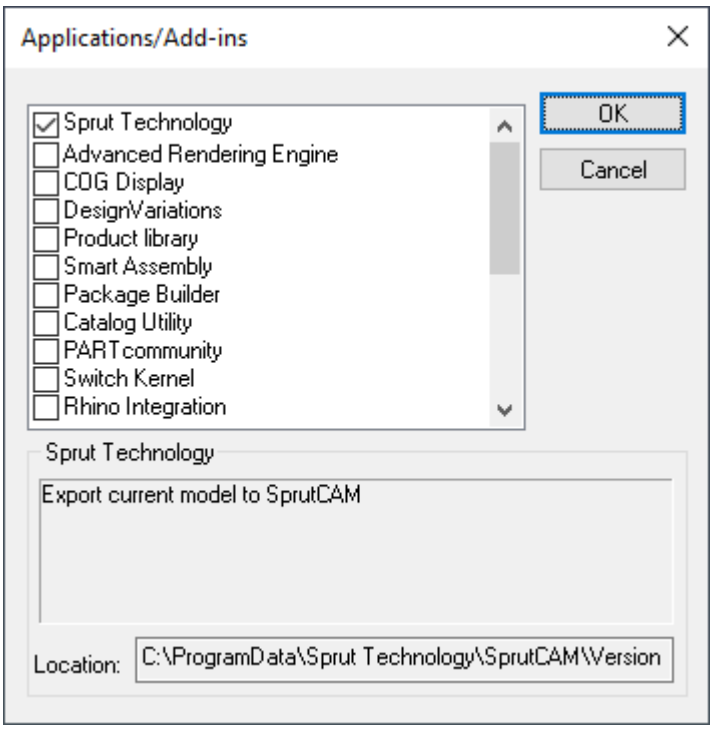
После установки панель инструментов может не появиться в **CAXA 3D™**. Тогда нужно нажать



и в открывшемся окне активировать его:

9 https://youtu.be/7s795vJMI3s

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Поддерживаемые расширения файлов: ICS, IC3D, ICSW, EXB.

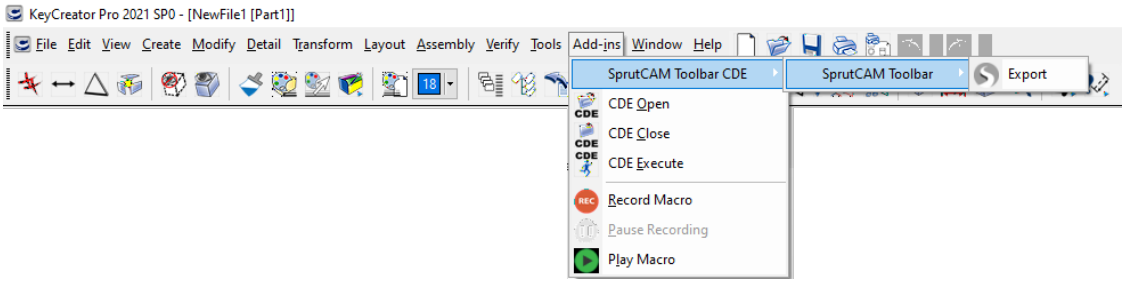
> Приложение **CAXA 3D™** должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов KeyCreator™

Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из **KeyCreator™** в CAM систему

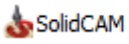


Поддерживаемые расширения файлов: CKD.
Приложение **KeyCreator™** должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

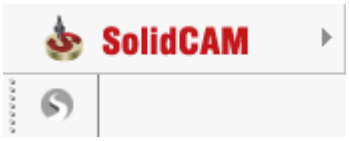
Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

Панель инструментов SolidCAM™ и дополнение для импорта



Панель инструментов позволяет экспортировать геометрические данные из SolidCAM™ в CAM систему.



Дополнение позволяет импортировать файлы проектов **SolidCAM™**.

Поддерживаемые расширения файлов: SLDASM, ASM, SLDPRT, PRT, SLDDRW, DRW, X_B, XMT_BIN, X_T, XMT_TXT, STP, STEP.

> Приложение SolidCAM™ должно быть установлено на компьютере, чтобы эта функция работала.

Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

4.2.16.3 Ассоциативность дополнений

Под ассоциативностью подразумевается, что обновляя модель данным дополнением рабочее задание(see page 499) будет так же обновлено, в соответствии с новыми изменениями.

	Примечание
KOMPAS™(see page 228)	Ассоциативность не будет работать, если в KOMPAS™ при перестроении модели использовать операции, что изменяют все тело (такие как перемещение, масштабирование и т.д.) - они приводят к полному сбросу уникальных идентификаторов и их приходится назначать заново.
NX™(see page 229)	✓
Onshape™(see page 234)	✓

© 2025 ООО СПРУТ Технология

SOLIDWORKS ™(see page 232)	✓
SpaceClaim ™(see page 232)	✓
T-Flex™(see page 233)	✓

Сопутствующие ссылки:

Список дополнений к CAM системе(see page 223)

4.3 Редактирование геометрической модели

Смотри вложенные страницы

4.3.1 Свойства геометрических объектов

Окно <Свойства> вызывается нажатием кнопки  на закладке <3D модель(see page 104)> или из контекстного меню графического окна(see page 94) или окна структуры модели(see page 177). Окно позволяет просмотреть общие свойства, изменить визуальные и технологические свойства объектов. Окно свойств объекта состоит из 4 страниц:

- <Общие(see page 239)>,
- <Визуальные(see page 239)>,
- <Обработка(see page 240)>,
- <Параметры(see page 241)>.

Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

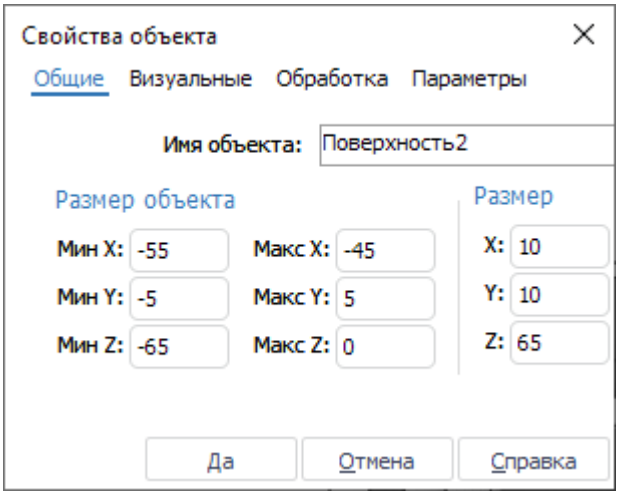
Закладка <Общие>(see page 239)

Закладка <Визуальные>(see page 239)

Закладка <Обработка>(see page 149)

Закладка <Параметры>(see page 241)

4.3.1.1 Закладка <Общие>



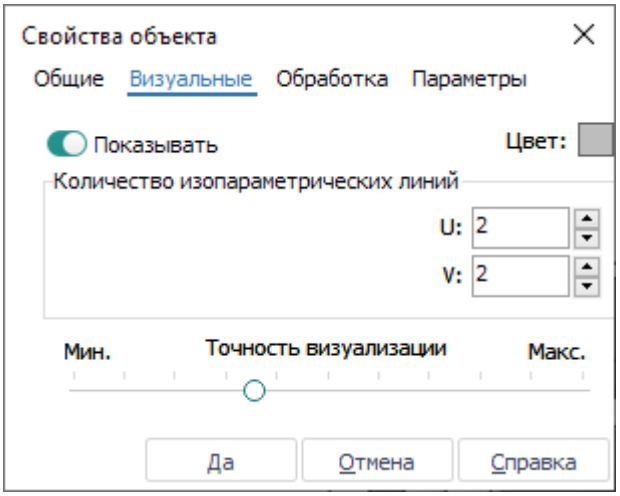
На странице общих свойств, в случае, если выбран один объект, может быть изменено его имя. Отображаются также минимальные и максимальные координаты выбранных объектов по каждой из осей.

- <Имя объекта> – имя выбранного объекта. Если выбрано несколько объектов, то поле не заполняется.
- <Размер объекта> – габаритные размеры выбранного объекта (объектов).

Сопутствующие ссылки:

Свойства геометрических объектов(see page 238)

4.3.1.2 Закладка <Визуальные>



На странице свойств визуализации продублирован доступ к визуальным свойствам объектов: видимость, цвет. Также имеется возможность задать количество изопараметрических линий и точность визуализации объекта в графическом окне.

- <Показывать> – если флажок в поле отсутствует, то выбранный объект (объекты) отображаться не будет.
- <Цвет> – позволяет изменить цвет выбранного объекта (объектов).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <Количество изопараметрических линий> – при изображении поверхностей иногда бывает необходимо указать количество отображаемых изопараметрических линий. В этой панели можно указать, соответственно, количество линий по <U> и <V>. При значении поля 0 изопараметрические линии невидны, при 1 – видны границы сегментов поверхности, при 2 – каждый сегмент поверхности разбивается пополам и т.д. При отображении кривых и поверхностей на экране, производится аппроксимация кривой ломаной, а поверхности плоскими многоугольными гранями.
- <Точность визуализации> – позволяет настроить качество изображения 3D объектов, или найти компромисс между удовлетворительным качеством изображения и скоростью работы. Изменение точности производится перемещением движка. Точность в данном случае – это максимальное отклонение отрезков, которыми при прорисовке на экране аппроксимируются кривые. Чем выше точность визуализации 3D объектов, тем больше ресурсов потребуется для их построения на экране.

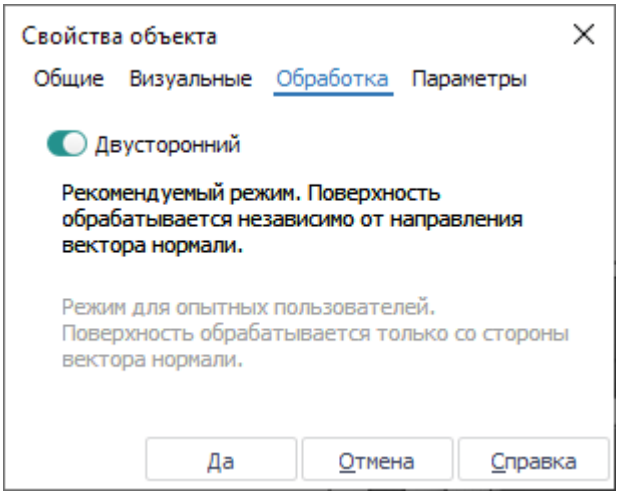
Примечание: *Не рекомендуется устанавливать высокую точность визуализации на недостаточно мощных компьютерах из-за возможного замедления работы.*

Первоначальная точность визуализации при загрузке модели задается в окне системных установок(see page 142).

Сопутствующие ссылки:

Свойства геометрических объектов(see page 238)

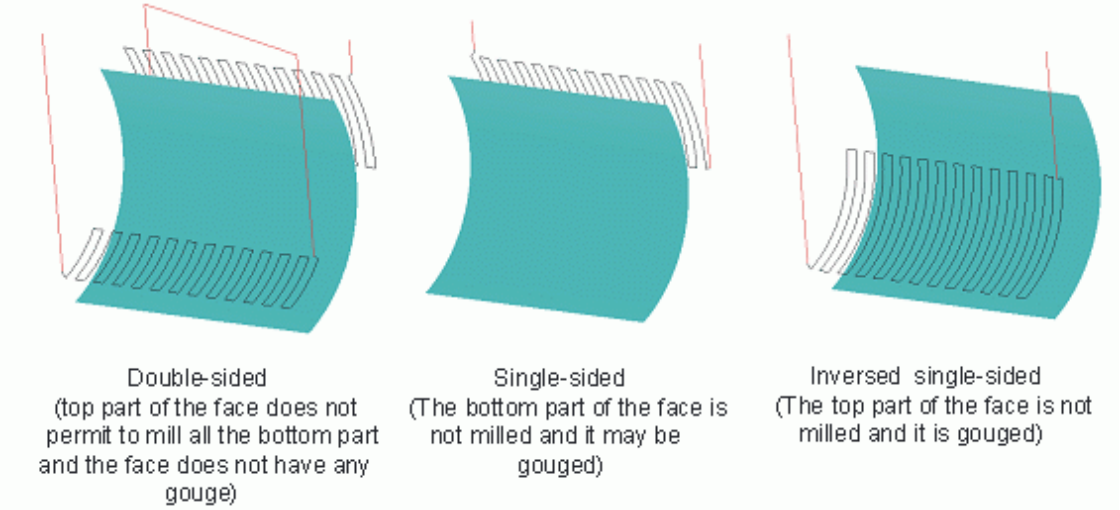
4.3.1.3 Закладка <Обработка>



< Двусторонний > – позволяет определить тип поверхности. При загрузке геометрической модели все поверхности устанавливаются “двусторонними”. Это означает, что обработка поверхности будет производиться независимо от направления вектора нормали – с обеих сторон. Таким образом, обрабатываемая сторона поверхности определяется только ее пространственным положением – обрабатываться будет верхняя сторона. Режим рекомендуется использовать для поверхностных моделей. В этом случае он практически не влияет на время расчетов.

Пользователь может сам указать обрабатываемую сторону, для этого необходимо убрать флажок со свойства < Двусторонний >. В этом случае система будет обеспечивать касание инструмента с той стороны, в которую направлен вектор нормали. Обрабатываемая сторона задается при помощи функции инвертирования(see page 246) . В режиме обработки поверхности с одной стороны расчет управляющей программы происходит быстрее, нежели при обработке двусторонней поверхности, но возможен зарез той части

поверхности, в которой нормаль направлена вниз. Данный режим рекомендуется использовать для твердотельных моделей, у которых все нормали направлены наружу или для моделей с небольшим количеством поверхностей.

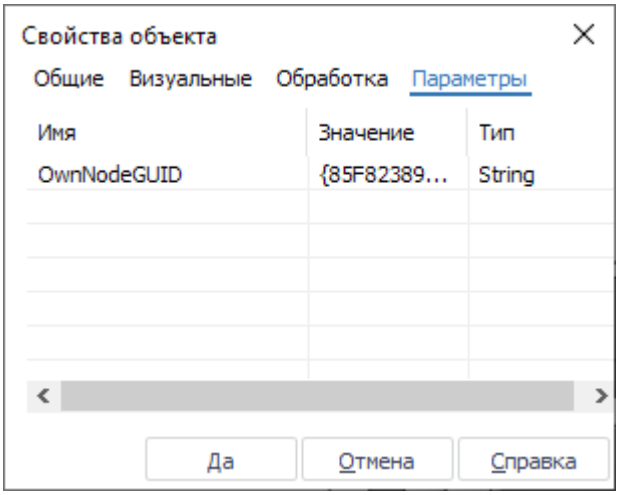


Примечание: *Неправильное направление векторов нормалей для не "двусторонних" поверхностей может быть причиной получения ошибочных результатов при выполнении операций обработки.*

Сопутствующие ссылки:

Свойства геометрических объектов(see page 238)

4.3.1.4 Закладка <Параметры>



На закладке <Параметры> отображаются прочие дополнительные параметры, полученные при импорте или заданные при построении.

Сопутствующие ссылки:

Свойства геометрических объектов(see page 238)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.3.2 Изменение визуальных свойств

Кнопка  позволяет управлять видимостью выбранных объектов на экране. При этом если выбрана группа и хотя бы один объект группы видимый, то все подгруппы и геометрические объекты данной группы становятся невидимыми.

Кнопка  позволяет переопределить цвет выбранных объектов. При нажатии на кнопку открывается стандартное диалоговое окно выбора цвета.

Визуальные свойства объектов могут быть также изменены в окне свойств(see page 238).

Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.3 Удаление

Кнопка  удаляет выбранные(see page 183) объекты. Если удаляемые объекты используются в технологической операции, то будет произведен запрос на подтверждение удаления. Так же возможно удаление выбранных объектов по нажатию клавиши [Del].

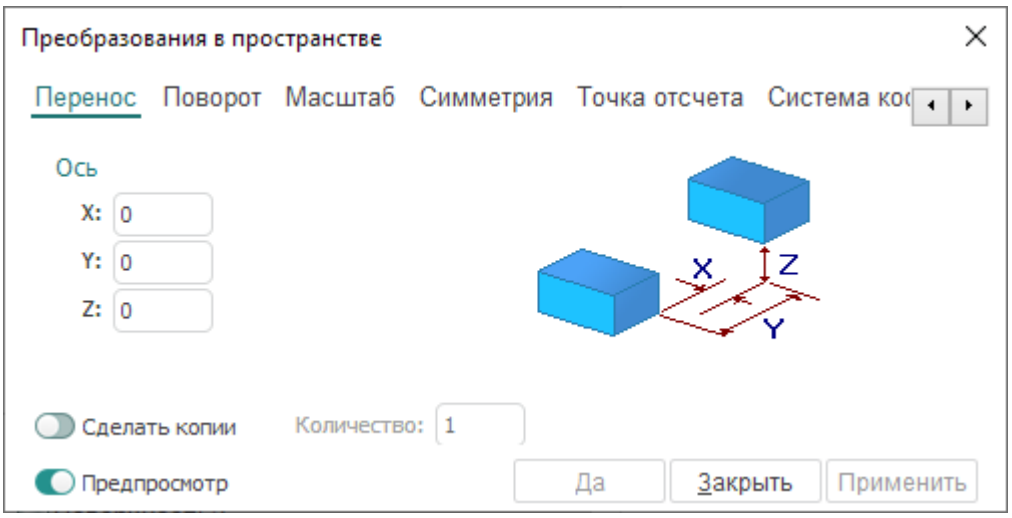
Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

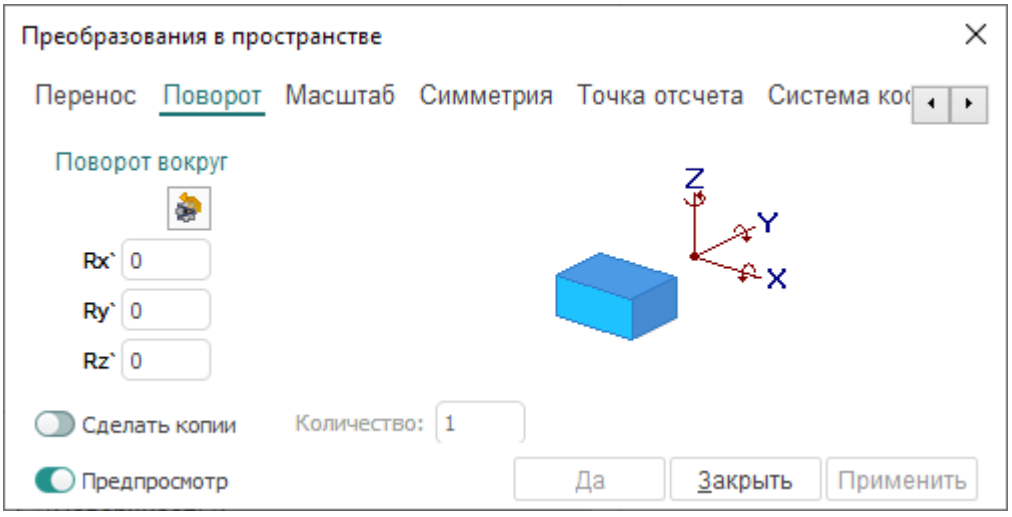
4.3.4 Пространственные преобразования

В окне пространственных преобразований доступен широкий диапазон методов пространственных преобразований. Окно открывается нажатием кнопки  .

- На страничке <Перенос> можно задать параллельный перенос объекта. В полях <X>, <Y>, <Z> задаются величины перемещений по соответствующим осям. При отсутствии флажка в поле <Сделать копии> выбранный объект будет перемещен на указанное расстояние по каждой из осей. При наличии флажка в этом поле выбранный объект будет скопирован в указанное место. Имеется возможность задания количества копий. Например, если указать количество копий две, то вторая копия будет получена путем переноса первой на указанное расстояние.

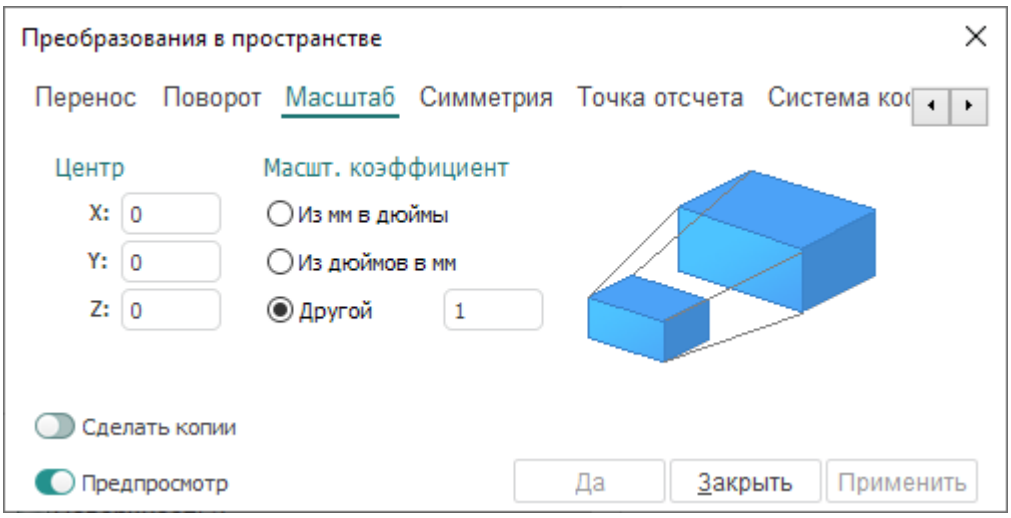


- На страничке <Поворот> можно выполнить разворот выбранных объектов вокруг указанной оси на определенный угол. Угол задается в градусах. Работа с копиями аналогична, то есть каждая последующая копия получается поворотом предыдущей вокруг указанной оси на заданный угол.

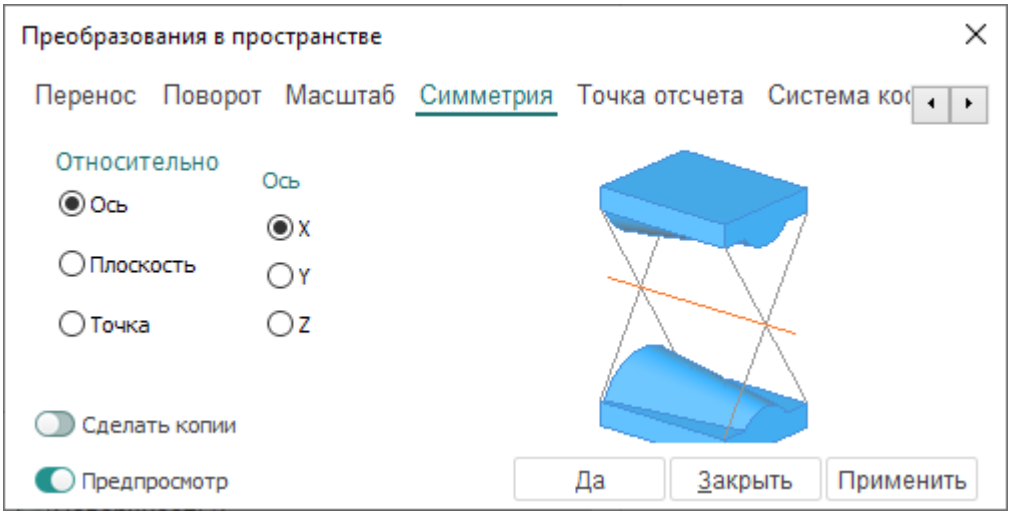


- На страничке <Масштаб> можно увеличивать или уменьшать выбранные объекты. В поле <Центр> задаются координаты точки центра масштабирования. <Масштабный коэффициент> может быть одним из двух стандартных: <Из мм в дюймы>, <Из дюймов в мм>, либо произвольной величины: <Другой>. При задании коэффициента масштабирования больше единицы, объекты будут увеличиваться. Если коэффициент масштабирования меньше единицы, то объекты уменьшаются.

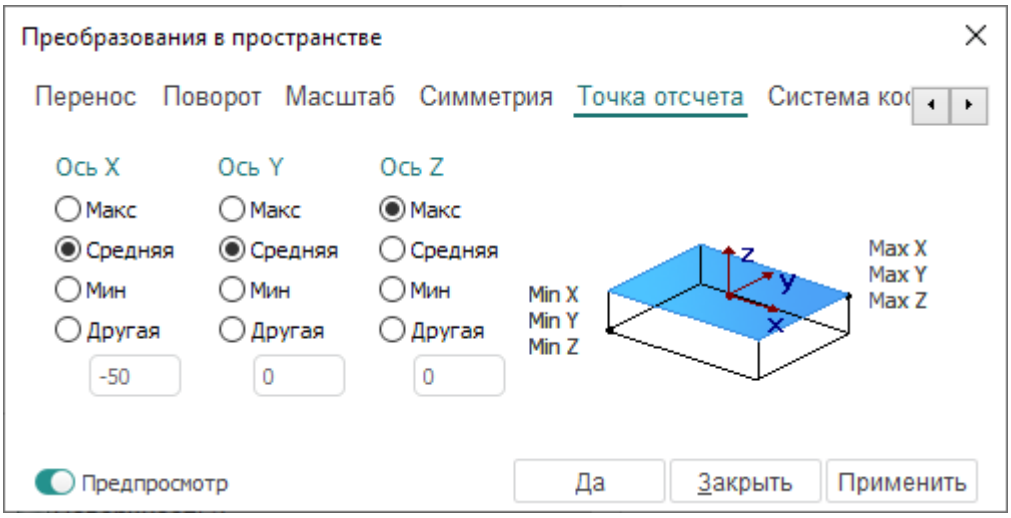
© 2025 ООО СПРУТ Технология



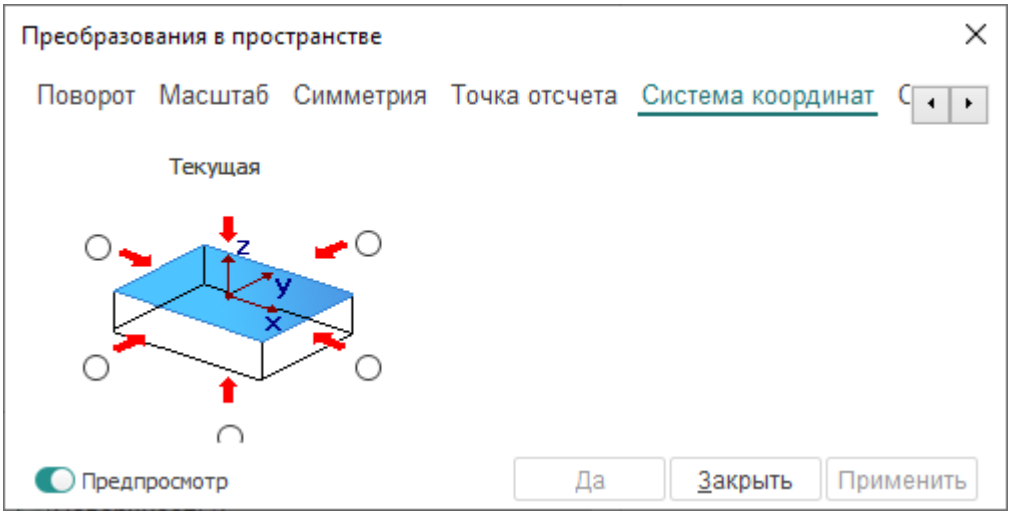
- На странице <Симметрия> можно получить объект, симметричный заданному относительно оси, плоскости или точки.



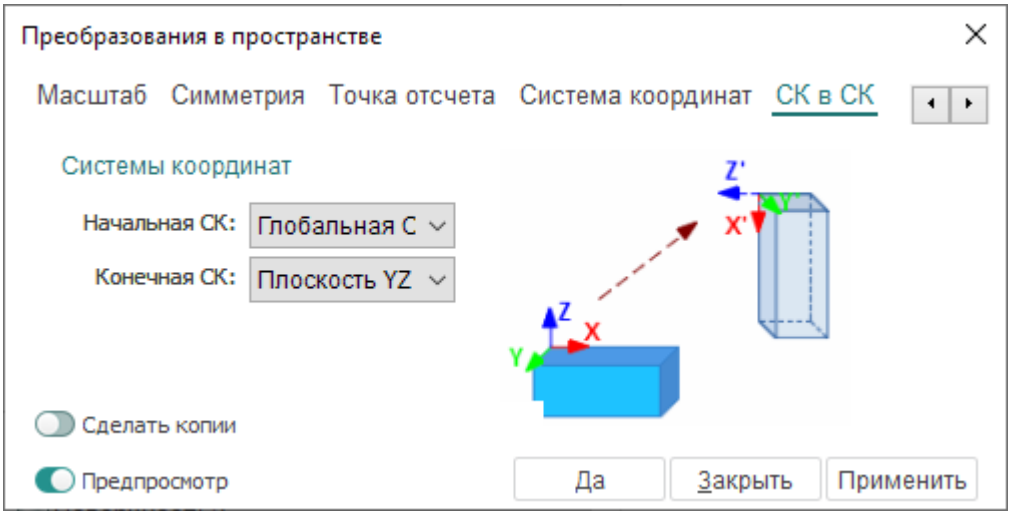
- На странице <Точка отсчета> можно выполнить параллельный перенос объекта исходя из его пространственных габаритов. Геометрический объект перемещается по осям на такие значения, чтобы после преобразования объект располагался указанным способом относительно текущей системы координат(see page 110).



- На странице <Система координат> можно развернуть объект таким образом, чтобы указанная грань находилась сверху. Также можно преобразовать модель таким образом, чтобы построенная в среде двумерных построений плоскость (например, по точкам модели) была совмещена с плоскостью XY глобальной системы координат.



- На странице <**СК в СК**> можно преобразовать объект, расположенный в одной системе координат <**Начальная СК**>, в другую систему координат <**Конечная СК**>.



При нажатии на кнопку <Да> выбранное преобразование выполняется и окно закрывается. При нажатии на кнопку <Отмена> окно закрывается без выполнения указанных преобразований. При нажатии на кнопку <Применить>, выполняются преобразования, но окно остается активным.

Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.3.5 Инвертирование нормалей поверхностей

Инвертирование нормалей поверхностей может быть выполнено из контекстного меню <Инвертировать> при щелчке правой кнопкой мыши на выделенных объектах в списке доступных объектов окна структуры геометрической модели(see page 177).

Для не "двусторонних" поверхностей (переключатель расположен на закладке <Обработка(see page 240)> окна <Свойства геометрического объекта(see page 238)>) при помощи функции инвертирования определяется обрабатываемая сторона поверхности. Поверхность будет обрабатываться только с той стороны, в которую направлен вектор нормали. Для генерации правильной управляющей программы необходимо, чтобы векторы нормали всех ее элементов имели направление от детали.

Для “двусторонних” поверхностей (при импорте все поверхности, по умолчанию, устанавливаются “двусторонними”) направление нормали не существенно. Поэтому применение функции инвертирования не влияет на траекторию перемещения инструмента(see page 735).

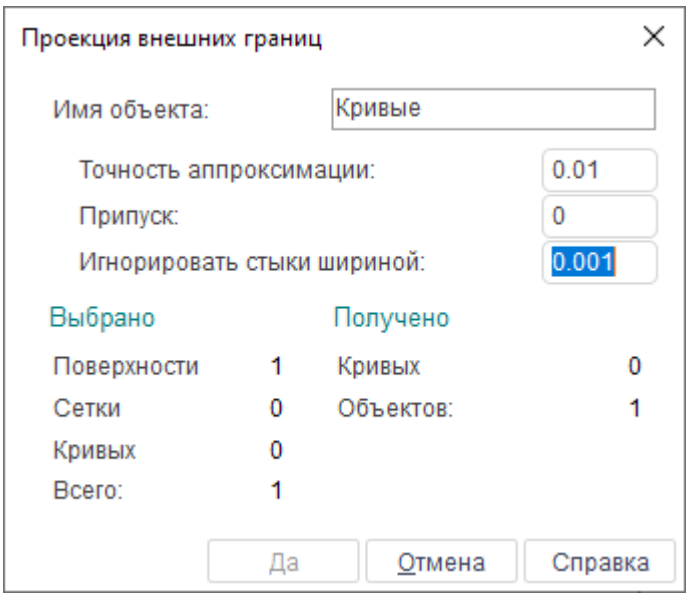
Примечание: *Неправильное направление векторов нормалей для не "двусторонних” поверхностей может быть причиной получения ошибочных результатов при выполнении операций обработки.*

Сопутствующие ссылки:

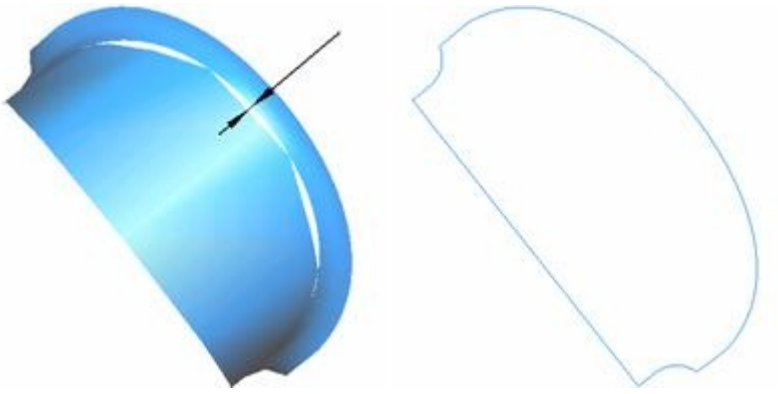
Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.6 Проекция внешних границ

Кнопка  открывает окно <Проекция внешних границ>. Функция предназначена для построения внешних огибающих проекций выбранных поверхностей и сеток на плоскость XY текущей системы координат(see page 110). Кроме границ поверхностей функция позволяет проецировать обычные кривые на плоскость. Полученные кривые могут быть использованы при задании параметров технологических операций, таких как <Рабочее задание(see page 499)>, <Деталь(see page 730)>, <Заготовка(see page 732)>, <Оснастка(see page 694)> и т .п.



- <Имя объекта> – имя результирующей кривой. Если в результате проецирования будет получено несколько кривых, то они будут помещены во вновь созданную группу с именем, указанным в этом поле. Новая кривая или группа создается в активной(see page 175) на момент вызова функции группе.
- <Точность аппроксимации> – максимальное отклонение результирующих кривых от границ поверхностей. Для обычных кривых данная величина используется как точность аппроксимации дугами окружностей.
- <Припуск> – величина отступа в плане результирующих кривых от границ поверхностей. Положительное значение соответствует отступу наружу от поверхности, отрицательное – внутрь (аналог эквидистанты к проекции кривой). Для обычных кривых строится эквидистанта на величину припуска.
- <Игнорировать стыки шириной> – максимальная величина стыков между поверхностями, которые будут проигнорированы. Если поверхности состыкованы с большей точностью, то будет спроецирован общий контур поверхностей, с меньшей – в проекции отобразятся зазоры между соседними поверхностями.



Панель <Выбрано> отображает тип и количество объектов, выбранных для проецирования.

- <Поверхностей> – количество выбранных поверхностей.
- <Сеток> – количество выбранных сеток.
- <Кривых> – количество выбранных кривых.
- <Всего> – общее число выбранных геометрических объектов.

Панель <Получено> показывает количество получающихся кривых и количество обработанных на текущий момент исходных объектов (при значительной сложности проецируемых объектов расчет проекции может занять некоторое время).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <Кривых> – количество полученных кривых.
- <Объектов> – количество обработанных на данный момент объектов.

При изменении параметров проецирования автоматически пересчитываются значения полей на панели <Получено>.

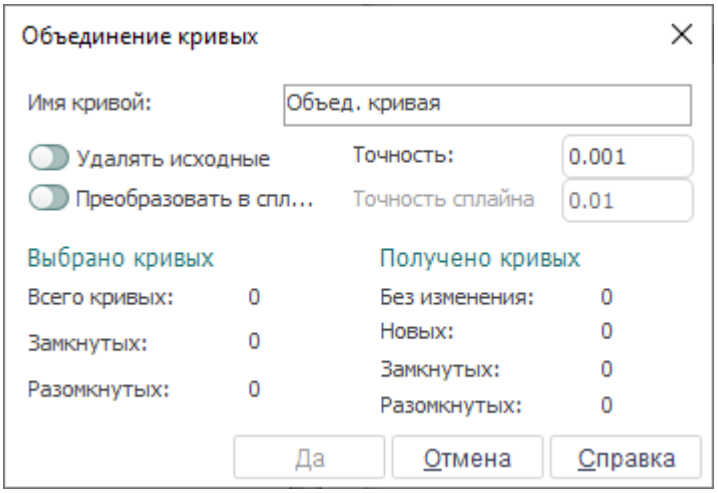
Для применения изменений следует закрыть окно нажатием на кнопку <Да>. Полученные кривые будут добавлены в активную группу(see page 175). Для отказа от выполнения функции проецирования надо нажать кнопку <Отмена>.

Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.7 Объединение кривых

Кнопка  открывает окно <Объединение кривых>.



Иногда при импорте(see page 203) кривых в файле хранится не объединенный контур, а контур, разбитый на множество элементарных участков. Для удобства дальнейшей работы с таким контуром элементарные участки рекомендуется объединить. Функция объединения кривых позволяет получить кривую путем стыковки соседних элементарных участков.

- <Имя кривой>, <Имя папки> – имя новой кривой. Если в результате объединения будет получено несколько кривых, то они будут помещены во вновь созданную группу с именем, указанным в этом поле. Новая кривая или группа создается в активной(see page 175) на момент вызова функции группе.
- <Удалять исходные> – установленный флажок в этом поле означает, что по завершении операции объединения исходные объекты будут удалены.
- <Точность> – максимальное расстояние между концами соседних кривых, которые можно объединить. Варьированием значения точности можно добиться желаемого результата при объединении (зачастую концы импортированных кривых не совпадают с абсолютной точностью).
- <**Преобразовать в сплайн**> - позволит с заданной точностью (параметром <**Точность сплайна**>) преобразовать объединенные кривые в сплайн.

Панель <Выбрано кривых> показывает количество и тип исходных кривых.

- <Всего кривых> – общее число выбранных кривых.
- <Замкнутых> – количество замкнутых кривых.
- <Разомкнутых> – количество разомкнутых кривых.

Панель <Получено кривых> отображает количество и тип вновь получаемых кривых.

- <Без изменения> – количество кривых, оставленных без изменения.
- <Новых> – общее число полученных новых кривых.
- <Замкнутых> – число полученных замкнутых кривых.
- <Разомкнутых> – число разомкнутых кривых.

При изменении точности объединения автоматически пересчитываются значения полей на панели <Получено кривых>.

Для применения объединения следует закрыть окно нажатием на кнопку <Да>. Объединенная кривая или группа с кривыми будет помещена в активную группу(see page 175). Исходные кривые будут удалены, если установлен соответствующий флажок.

Для отказа от выполнения объединения надо нажать кнопку <Отмена>.

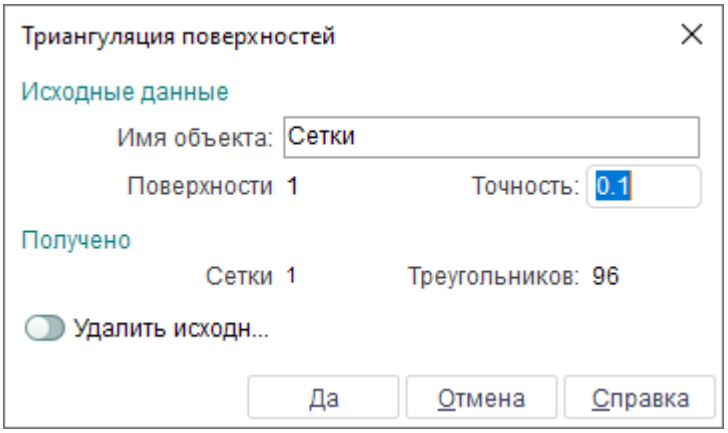
Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.8 Триангуляция поверхностей

Окно <Триангуляция поверхностей> вызывается из контекстного меню графического окна(see page 94), окна структуры геометрической модели(see page 177) или кнопкой  .

Функция предназначена для огрубления выбранных поверхностей с заданной точностью. Она применима в случаях, когда операция выполняется с точностью меньшей, чем точность самой поверхности, либо невозможно обработать деталь из-за проблем, возникших вследствие некорректного построения модели – винтовые переходы, игольчатые поверхности и т.д.



Панель <Исходные данные> отображает тип и количество объектов, выбранных для триангуляции и другие исходные данные.

- <Имя объекта> – имя результирующей поверхности. Если в результате триангуляции будет получено несколько поверхностей, то они будут помещены во вновь созданную группу с именем, указанным в этом поле. Новая поверхность или группа создается в активной на момент вызова функции группе.
- <Поверхностей> – количество выбранных поверхностей.
- <Точность> – максимальное отклонение результирующей поверхности от исходной. Варьированием значения точности можно добиться желаемой степени огрубления поверхности.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Панель <Получено> показывает количество и тип вновь получаемых объектов. При значительной сложности выбранных объектов триангуляция может занять некоторое время, поэтому показывается процент выполнения операции.

- <Сеток> – количество полученных сеток.
- <Треугольников> – общее количество треугольников в сетках.

При изменении точности триангуляции автоматически пересчитываются значения полей на панели <Получено>.

Установленный флажок в поле <Удалять исходные> означает, что по завершении триангуляции исходные объекты будут удалены.

Для применения триангуляции следует закрыть окно нажатием на кнопку <Да>. Полученная поверхность или группа поверхностей будет помещена в активную группу(see page 175). Исходные объекты будут удалены, если установлен соответствующий флажок.

Для отказа от выполнения триангуляции надо нажать кнопку <Отмена>.

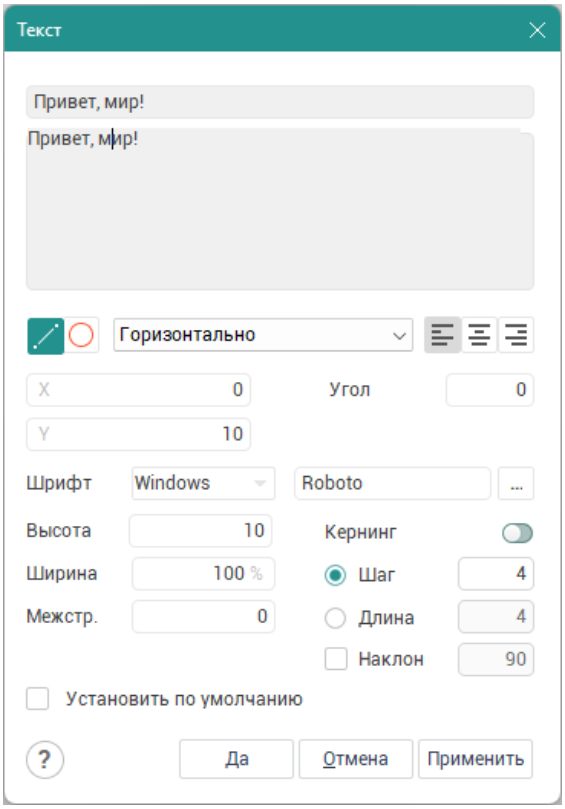
Сопутствующие ссылки:

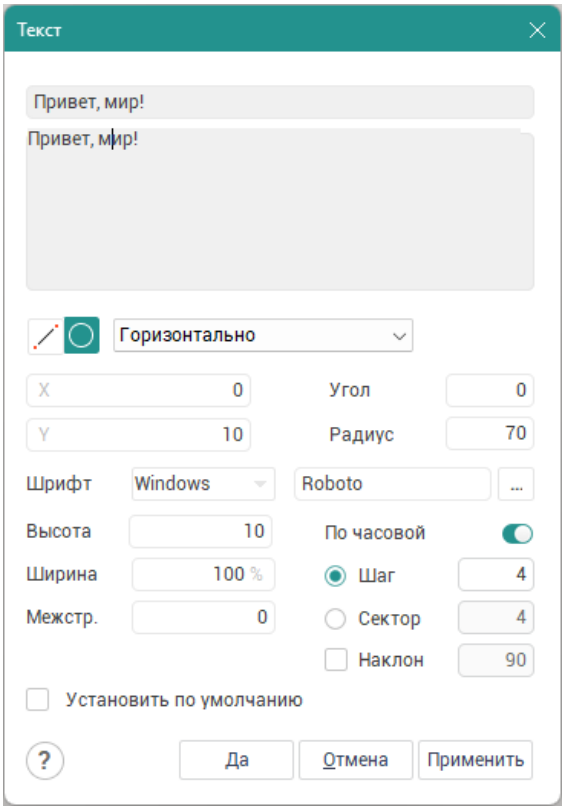
Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.9 Создание надписей

Вызов окна создания надписей производится нажатием кнопки  на закладке <3D модель(see page 104)>, либо из контекстного меню в графическом окне(see page 94) или в окне структуры геометрической модели(see page 177).

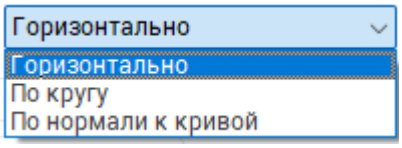
Внешний вид окна создания надписей представлен ниже.





Надпись может быть расположена либо вдоль прямой  (по умолчанию), либо вдоль окружности  .

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Задает ориентацию букв текста.


Выравнивание текста относительно стартовой точки.

Для изменения шрифта текста необходимо воспользоваться кнопкой или комбобоксом для задания типа шрифта.

X,Y - задает стартовую точку.

Угол - задает угол между текстом и горизонтальной прямой или начальный угол при расположении текста вдоль окружности.

Радиус - задает радиус окружности вдоль которой расположен текст.

Высота - задает высоту букв текста.

Ширина - позволяет менять ширину букв в процентах.

Межстр. - задает расстояние между строчками.

Кернинг - позволяет использовать таблицы кернинга из выбранного шрифта для расчета расстояния между буквами.

Шаг - задает расстояние между буквами игнорируя информацию о кернинге из шрифта.

Длина - задает общую длину текста.

Наклон - задает угол наклона букв в градусах от горизонтали.

Для предварительного просмотра надписи следует нажать кнопку <Применить>. Если параметры введены корректно, то в графическом окне появится текст. После чего, при необходимости, параметры надписи можно откорректировать.

Для создания надписи следует нажать кнопку <Да>. При этом к дереву модели будет добавлена папка с именем, указанным в поле <Папка> и окно будет закрыто.

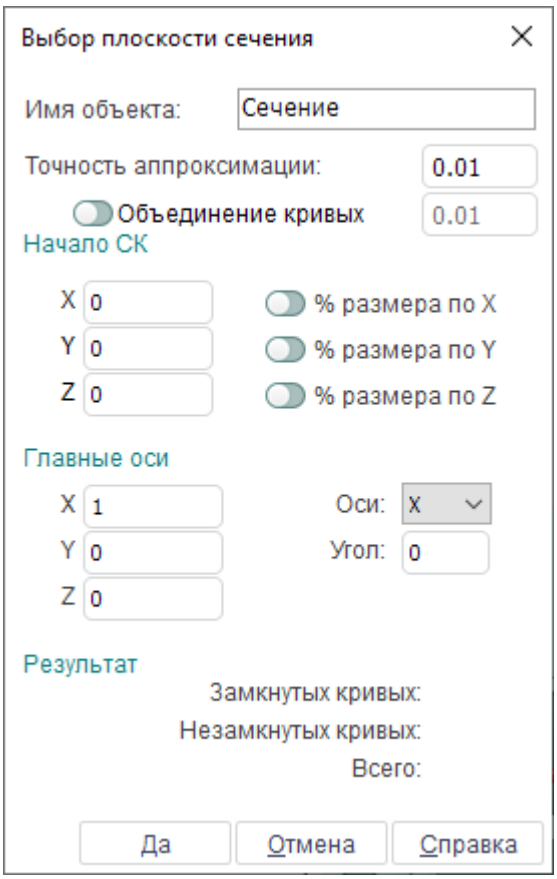
Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.10 Создание сечений

Сечение – это параметрический элемент геометрической модели. Сечение добавляется в группу дерева геометрической модели для того, чтобы автоматически получать кривые пересечения поверхностей, входящих в группу, с заданной плоскостью.

Для того, чтобы создать сечение, необходимо сделать активной папку, в которой будет размещено сечение, после чего нажать на кнопку  на панели инструментов закладки <3D Модель(see page 104)>. В результате система перейдет в режим создания и редактирования секущей плоскости, а на экране появится окно параметров секущей плоскости.



Плоскость сечения определяется своей начальной точкой, направлением главной оси и углом поворота вокруг этой оси.

Положение начальной точки задается в полях ввода <X>, <Y>, <Z> панели <Начало СК>. При этом, если установлен флажок <% размера по X (Y, Z)> рядом с полем ввода, то введенное значение воспринимается как процент от габаритов рассекаемой модели по X, Y и Z соответственно, в противном случае – как абсолютное значение.

Положение начальной точки может быть также задано интерактивно, с помощью мыши. Для этого в графическом окне(see page 94) необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши на кубике, изображающем начальную точку, затем перенести его в любое другое место модели, после чего снова нажать левую клавишу мыши, чтобы завершить перетаскивание объекта.

Для удобства положение плоскости в пространстве может быть задано через указание направления любой из трех осей (X, Y, Z) системы координат(see page 110) плоскости. Выбор главной оси осуществляется из выпадающего списка в правом верхнем углу панели <Главные оси>, а ориентация оси задается в полях ввода <X>, <Y>, <Z> той же панели. Направление оси может быть также задано интерактивно, с помощью мыши, точно также, как положение начальной точки.

Угол поворота плоскости вокруг главной оси задается в поле <Угол> панели <Главные оси>, либо интерактивно с помощью перетаскивания одной из неглавных осей плоскости, или самой плоскости.

На панели <Результат> отображается результат пересечения модели плоскостью. Точность получаемых кривых задается в поле <Точность аппроксимации>. При желании результирующие кривые могут быть объединены. Для этого необходимо отметить флажок <Объединять кривые> и ввести требуемое значение точности.

Созданное сечение представляет собой группу кривых. Кривые, входящие в группу могут быть изменены, перемещены в другую группу, или совсем удалены. Однако, при любом

© 2025 ООО СПРУТ Технология

последующем изменении поверхностей, входящих в рассекаемую папку, кривые будут сгенерированы заново.

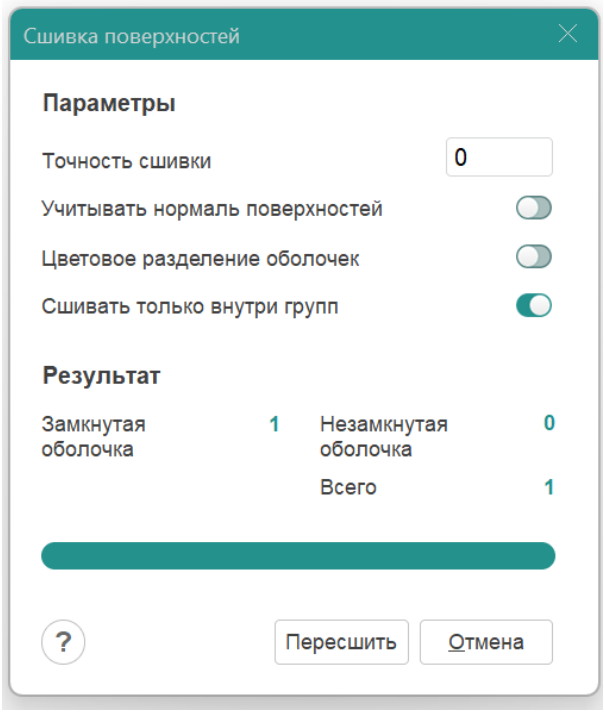
При необходимости параметры сечения могут быть изменены. Для этого необходимо выделить сечение, и выбрать в контекстном меню закладки <3D Модель(see page 104)> команду <Редактирование плоскости>.

Сопутствующие ссылки:

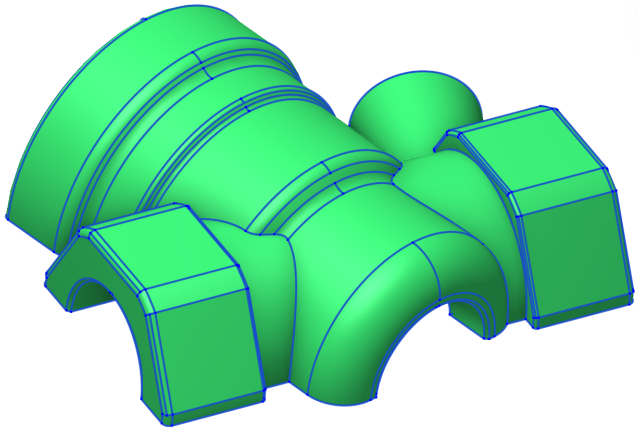
Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.11 Сшивка поверхностей

Функция <Сшивка поверхностей> может быть вызвана нажатием кнопки  на панели инструментов окна структуры геометрической модели(see page 177), из контекстного меню того же окна, либо из контекстного меню графического окна(see page 94). Функция предназначена для сшивки вместе поверхностей 3D модели, при этом в геометрическую модель добавляются ребра и вершины выбранных объектов.



В результате сшивки в геометрической модели становятся доступными специальные параметризованные геометрические объекты – ребра и вершины. Ребра представляют собой особые кривые, которые образуют границы поверхностей и сеток. Вершины – это точки, которые являются границами ребер.

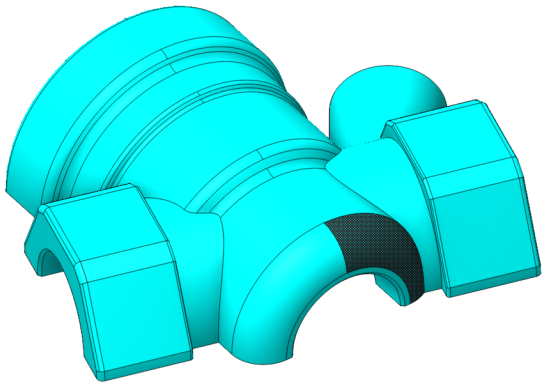


Параметризованные объекты обладают некоторыми особенностями. Они сохраняют постоянную связь с исходным объектом. При модификации исходных поверхностей ребра и вершины этих поверхностей также обновляются. Вследствие этого существуют некоторые ограничения на производимые с ними действия – их нельзя скопировать, удалить, преобразовать и т.п. Поэтому такие объекты не отображаются в списке доступных объектов окна структуры геометрической модели(see page 177). Однако они могут быть выбраны напрямую в графическом окне(see page 75). Таким образом, ребра, цепочки ребер и вершины могу быть использованы в режиме <Технология(see page 405)> для указания в качестве <Рабочего задания(see page 499)>, <Детали(see page 730)>, <Заготовки(see page 732)>, <Оснастки(see page 694)> и т.п. во всех случаях, когда позволено добавлять кривые и точки соответственно.

В поле <Точность сшивки> задается максимальная величина отклонения между ребрами и вершинами соседних поверхностей. При значении точности 0 ее величина выбирается автоматически с учетом габаритных размеров сшиваемых объектов. Варьированием значения точности можно добиться желаемого результата сшивки.

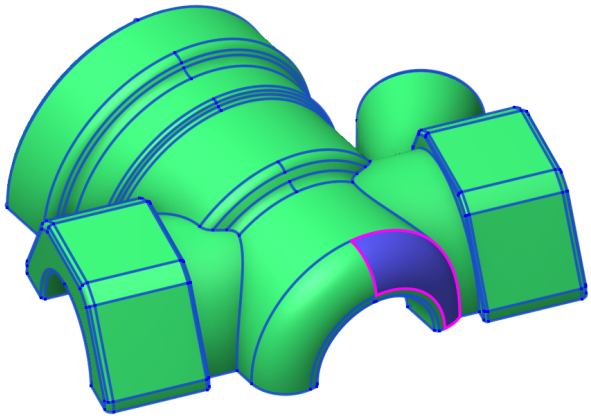
Опция <**Учитывать нормаль поверхностей**> позволяет учитывать направление нормали поверхностей при их сшивании. По умолчанию выключена.

В некоторых случаях, во время импорта могут возникать ошибки, из-за которых нормали поверхностей будут направлены не в ту сторону:



Такие модели не всегда возможно сшить правильно:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Для решения этих проблем были добавлены следующие инструменты (появляются при выделении поверхности):

 - Инвертирует выделенную поверхность.

 - Инвертирует все поверхности выбранной оболочки.

 - Инвертирует все поверхности, нормаль которых направлена внутрь оболочки.

 - Включает режим разделения оболочек по цвету.

Опция <**Сшивать только внутри групп**> задает границы поиска поверхностей при их сшивании. Подразумевается, что закрытые оболочки должны находиться в отдельных <Группах(see page 175)>. По умолчанию включена. Не показывается, если не обнаружено других групп с поверхностями.

На панели <Результат> отображается количество полученных в результате сшивки замкнутых и незамкнутых оболочек, а также общее их количество.

Для применения результата операции и закрытия окна следует нажать кнопку <Да>. Если нажать кнопку <Отмена>, то окно закроется без применения результатов сшивки.

Сопутствующие ссылки:

Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.12 Экспорт 3D Модели

Функция экспорта 3D модели может быть вызвана из главного меню(see page 76) программы, либо из контекстного меню <Сохранить как> окна структуры геометрической модели(see page 177). После вызова функции откроется стандартное диалоговое окно сохранения файла, в котором будет предложено сохранить выбранные объекты 3D модели в один из следующих поддерживаемых форматов.

- Формат <STL> позволяет передавать объемные модели, представленные в виде набора плоских треугольников. Файлы обычно имеют расширение *.stl. Сохранение производится в файл текстового формата.
- Формат <DXF> в основном используется для передачи плоских чертежей и векторных рисунков. Передача объемных моделей поддерживается, но имеет существенные различия в зависимости от версии. В настоящий момент поддерживается экспорт в данный формат только кривых и точек. Файлы имеют расширение *.dxf.
- Формат <Поток данных OpenGL> представляет собой внутренний формат CAM системы. Данный формат используется для хранения трехмерных моделей отдельных узлов кинематических схем станков. Файлы имеют расширение *.osd.

Сопутствующие ссылки:

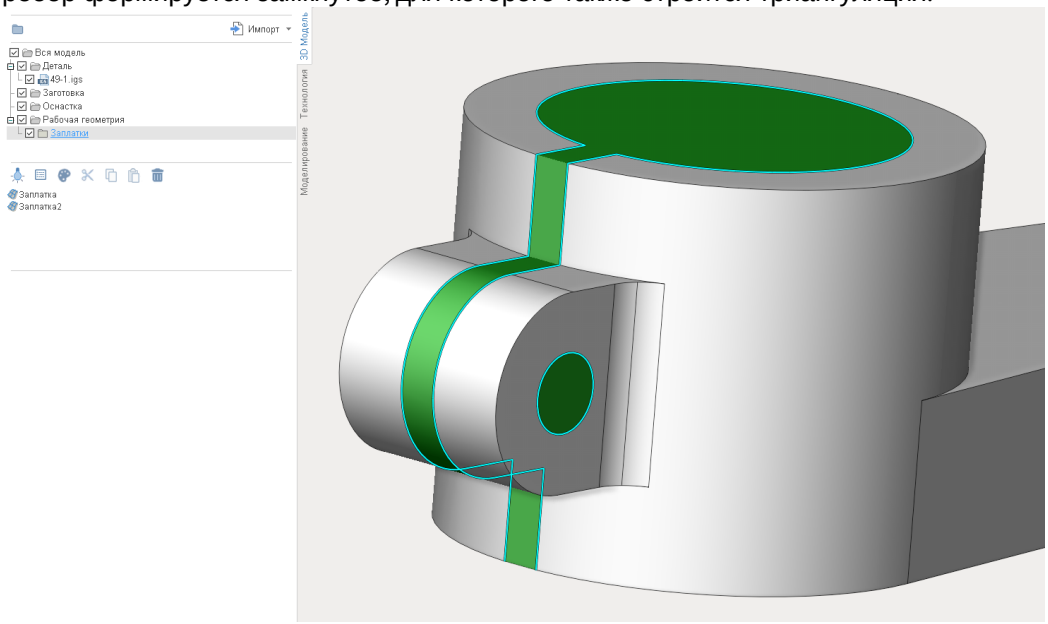
Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.13 Закрытие отверстий

Функция закрытия отверстий позволяет строить триангуляцию по выбранным рёбрам или сеткам. Данная функция вызывается нажатием этой кнопки -  , на закладке «3D Модель». По умолчанию кнопка не активна. Для её активации необходимо в графическом окне или же в дереве модели выбрать ребра или сетки, для которых требуется выполнить закрытие отверстий.

Принцип работы функции для ребер и сеток отличается:

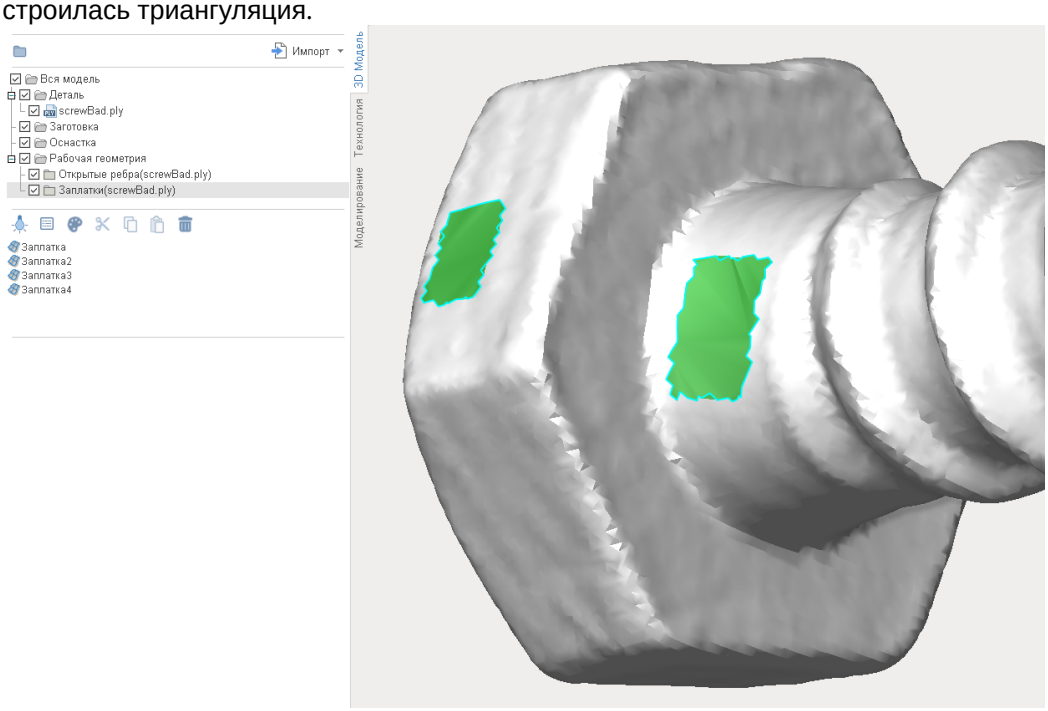
1. **Ребра**. Сначала определяются замкнутые и незамкнутые ребра. Для замкнутых сразу же выполняется построение триангуляции. А на основании всех остальных ребер формируется замкнутое, для которого также строится триангуляция.



2. **Сетки**. В сетках, сначала, выполняется проверка топологии. Если были найдены открытые ребра, то выполняется формирование замкнутых контуров. После чего все контуры триангулируются. В отличие от первого варианта здесь, помимо новых сеток, в дерево модели добавляются ещё и замкнутые контуры, по которым

© 2025 ООО СПРУТ Технология

строилась триангуляция.



4.3.14 Извлечение изолиний

Инструмент «**Извлечение изолиний**», помогает быстро извлечь изолинии из поверхностей. Функция вызывается нажатием кнопки -  , на закладке «3D Модель». По умолчанию кнопка не доступна. Для получения доступа необходимо в графическом окне или же в дереве модели выбрать искомые поверхности. После нажатия на кнопку она становится активной (выделенной) и вы можете увидеть изолинии на выбранной поверхности или поверхностях при множественном выборе. Повторное нажатие на кнопку отменяет режим активации. Если вы хотите изменить направление контура или сформировать сплайн, просто щелкните левой кнопкой мыши на выбранной поверхности, чтобы открыть панель кнопок редактирования.

На панели располагаются две кнопки:

-  для формирования сплайна из изолинии.
-  для смены направления изолинии.

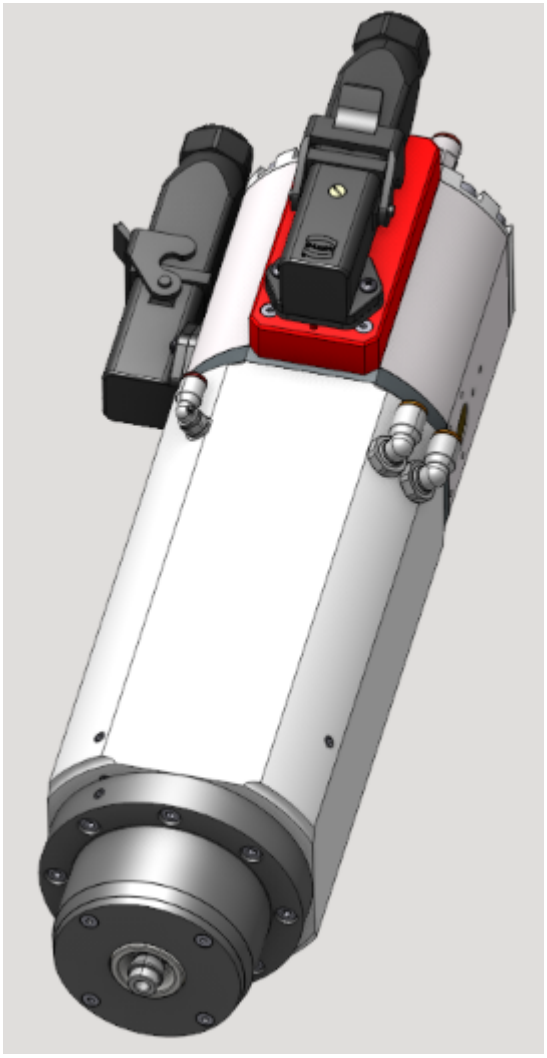
Сопутствующие ссылки:

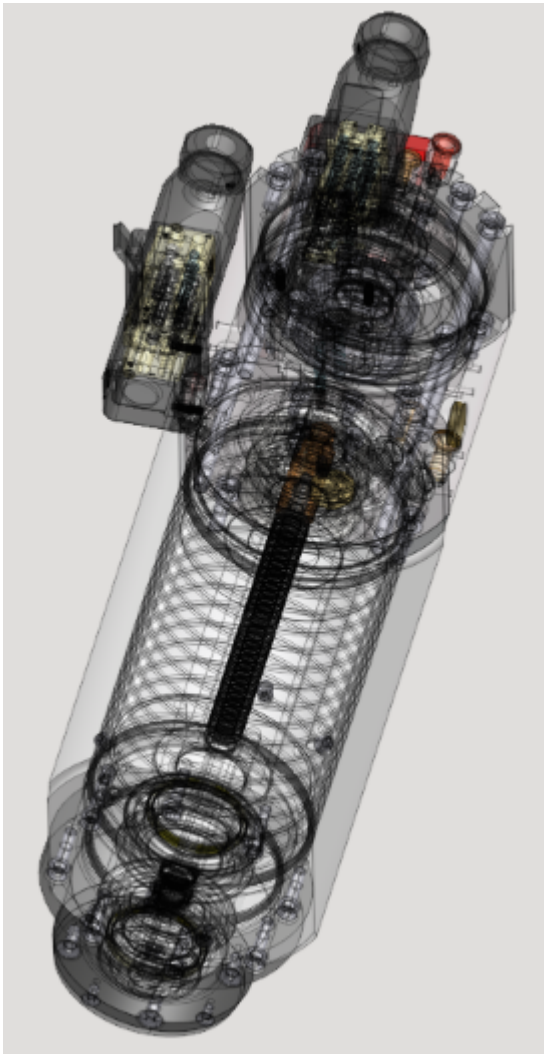
Подготовка геометрической модели(see page 173)

4.3.15 Упрощение геометрической модели

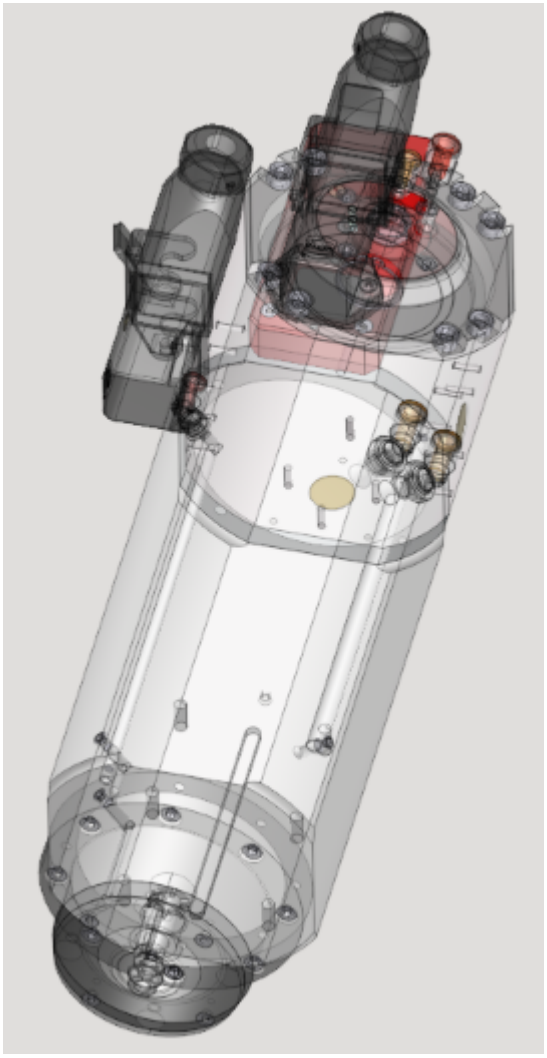
Функция <**Упрощение геометрической модели**> может быть вызвана из контекстного меню графического окна(see page 94).

Данная функция предназначена только для удаления внутренних поверхностей в закрытых оболочках геометрической модели. Это может быть полезно, если в проекте используется очень детализированная модель, что может влиять как на скорость работы программы, так и на итоговый размер проекта.

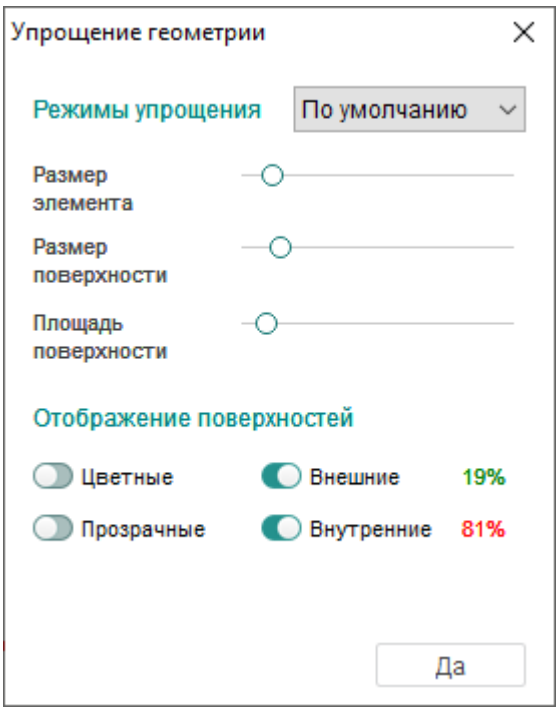




© 2025 ООО СПРУТ Технология



В результате работы функции, с определенной точностью, получается пустотелая оболочка.



По умолчанию параметры упрощения выставлены оптимальным образом, но при желании можно использовать как готовые наборы параметров, так и задать их вручную.

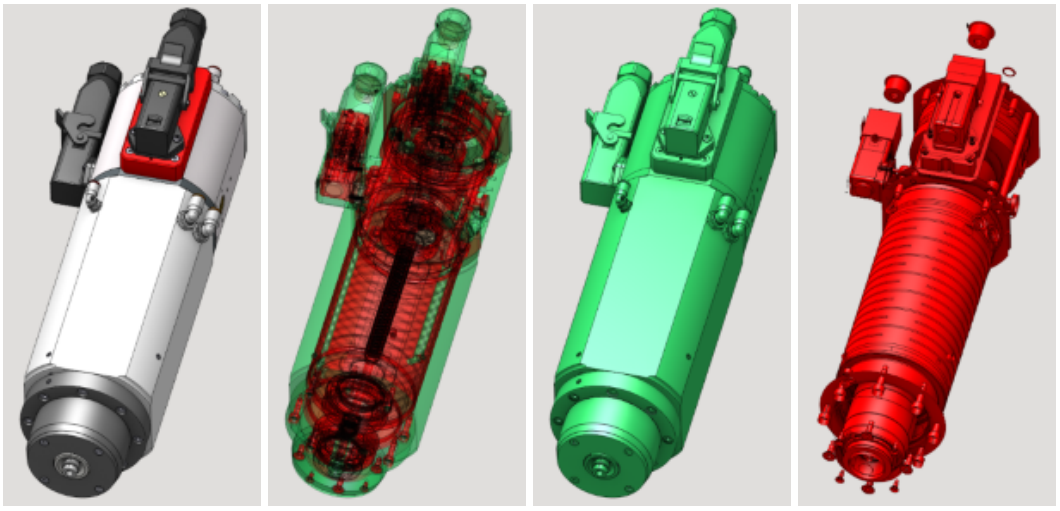
Блок <**Режимы упрощения**> устанавливает наборы параметров.

<**Размер оболочки**> - Устанавливает минимальный размер оболочек, которые будут участвовать в расчете. Все что меньше, автоматически помечается как внутренние объекты.

<**Размер поверхности**> - Устанавливает минимальный размер отдельных поверхностей, которые будут участвовать в расчете. Все что меньше, автоматически помечается как внутренние объекты.

<**Площадь поверхности**> - Устанавливает минимальную внутреннюю площадь поверхностей, при которой они будут считаться внутренними.

Блок <**Отображение поверхностей**> отвечает за режимы отображения поверхностей.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

<**Цветные**> - Показывает исходные цвета геометрической модели. По умолчанию зеленым выделены внешние поверхности, а красным внутренние.

<**Прозрачные**> - Показывает прозрачную геометрическую модель.

<**Внешние**> - Показывает внешние поверхности.

<**Внутренние**> - Показывает внутренние поверхности.

4.3.16 Работа со сплайнами

4.3.16.1 **Способы выделения нескольких точек:**

1. Используйте выделение в рамке.
2. Удерживая Shift, щелкните точку, чтобы выделить непрерывный диапазон точек от последней выделенной точки до точки, по которой щелкнули.
3. Удерживая Ctrl и щелкая мышью, выделите несколько точек по отдельности.

4.3.16.2 **Удаление точек**

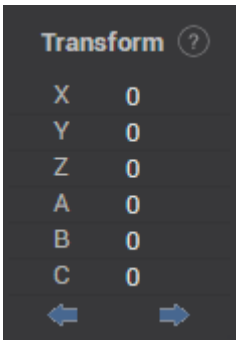
Щелкните правой кнопкой мыши на точке или нажмите клавишу <DELETE> на клавиатуре, чтобы удалить все выделенные точки.

Отмена и повтор

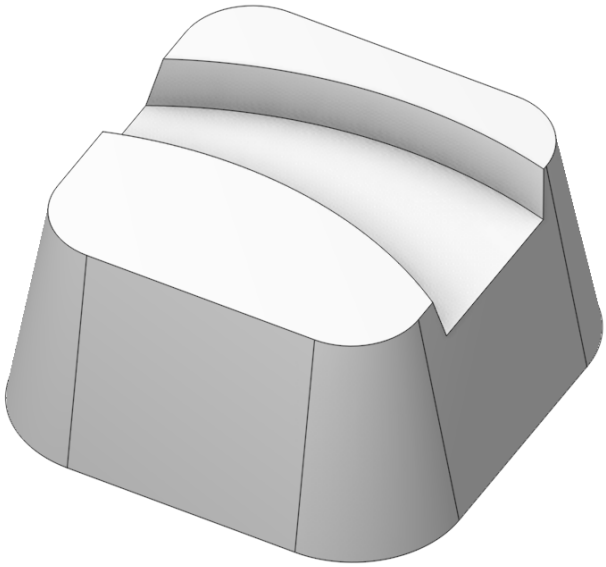
Нажмите <Ctrl+Z>, чтобы отменить последнее действие, нажмите <Shift+Ctrl+Z>, чтобы повторить последнее действие.

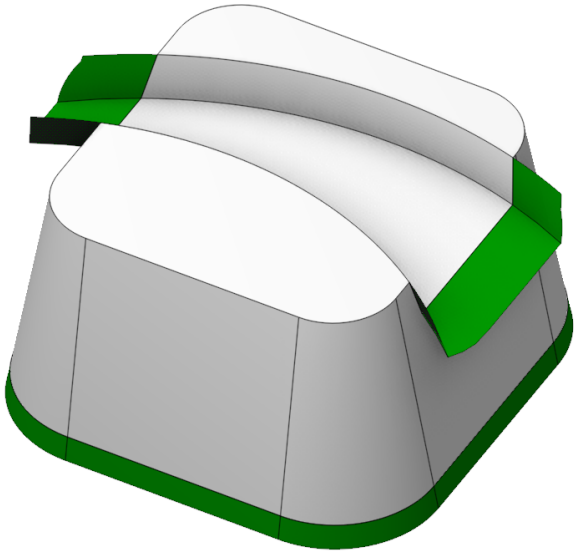
Трансформация сплайна или выделенных точек сплайна

С помощью панели трансформации можно перемещать или поворачивать сплайн или его выделенные точки на заданное расстояние вдоль/поперек осей XYZ текущей системы координат.



4.3.17 Продление поверхности



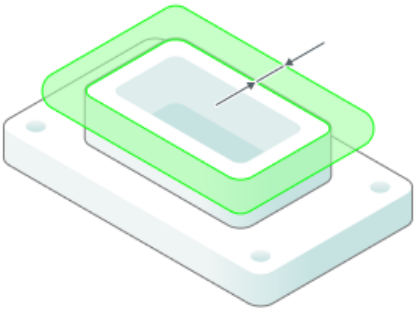


4.3.17.1 **Область применения:**

Технология позволяет расширять исходные поверхности и продлевать кромки, по которым эти поверхности завершены. Доступна в режиме **Модель** на верхней панели.
Выберите кромки поверхностей, которые нужно продлить.

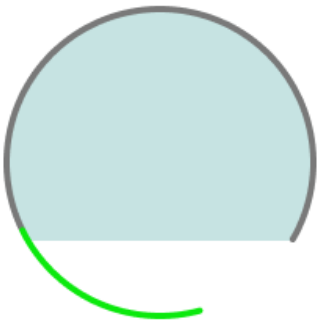
Дистанция продления. Значение, на которое необходимо продлить.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

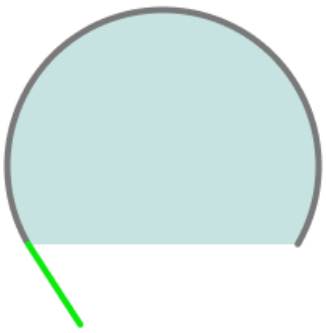


Тип продления. Метод продления

Равноудалённо от кромок. Исходные поверхности продлеваются (из-за того, что некоторые поверхности имеют скрученную форму, продление может быть невозможно).

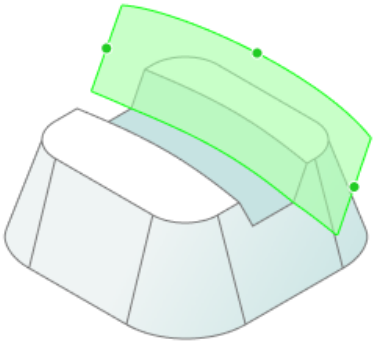


Интерполяция касательных кромок. Сначала продлеваются кромки, затем по ним достраивается поверхность.

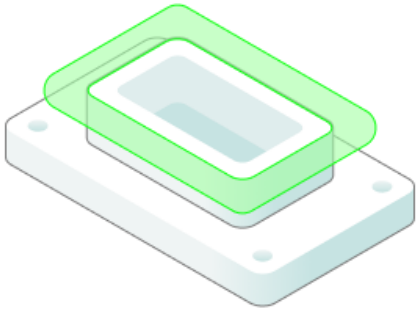


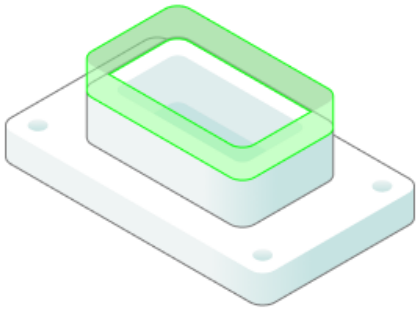
© 2025 ООО СПРУТ Технология

UV-бокс поверхности. Позволяет создать UV-пространство поверхности. Эта поверхность имеет интерактивные элементы для изменения своей области. Необходимо выбрать поверхность.



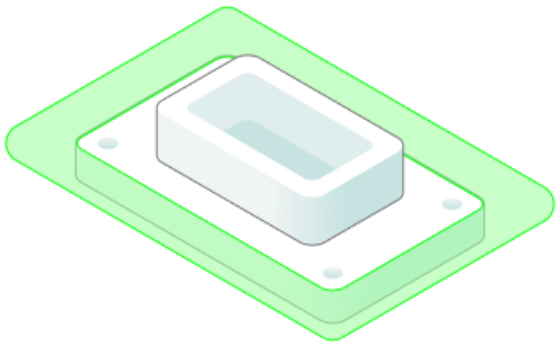
Альтернативная сторона. Выбор стороны ребра, с которой будет продлеваться поверхность.

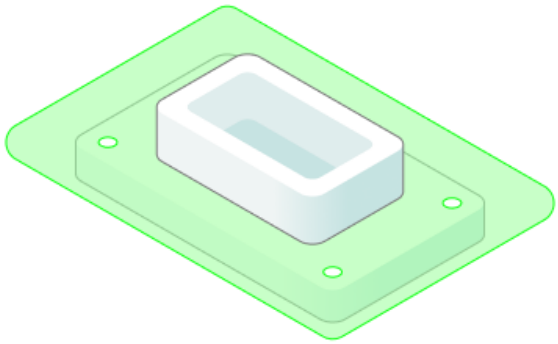




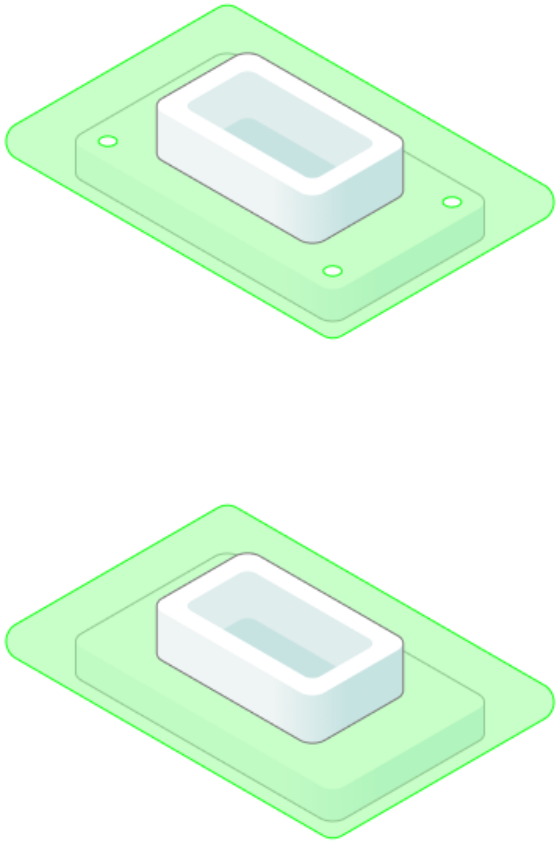
© 2025 ООО СПРУТ Технология

С исходной гранью. Продлённая поверхность образует единую поверхность с копией исходной поверхности.





Заполнение отверстий. Закрывает отверстия на исходной поверхности, если их «радиус» меньше заданного значения.



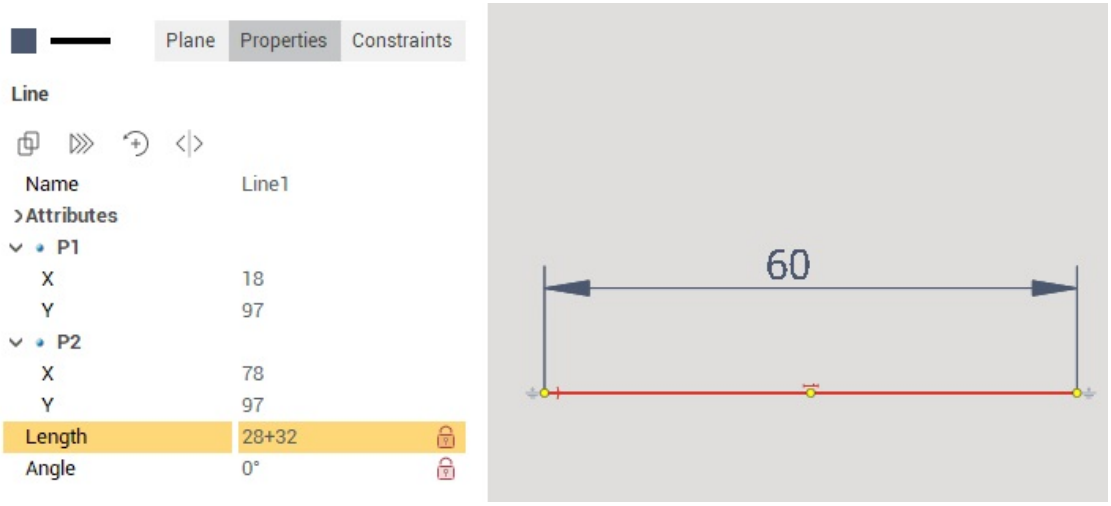
4.4 Среда двумерных геометрических построений

4.4.1 Построение и редактирование элементов

Почти все элементы строятся по типовому сценарию: указывается первая узловая точка объекта, далее следующая и, если есть ещё точки, то последующие. При указании последней точки построение объекта завершается и начинается построение следующего объекта такого же типа. Для того, что бы остаться в режиме редактирования элемента, надо нажать клавишу **[Shift]** и только тогда указать последнюю точку.

Альтернативный способ построения заключается в том, чтобы вводить координаты точек или параметры в **<Инспекторе свойств>**. Ввод численных значений поддерживает режим вычисления, то есть можно вводить значение в виде простой формулы:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Нажатие клавиши **[Esc]** в любой момент приведёт к отмене построения элемента. К такому же эффекту приведёт повторное нажатие кнопки построения элемента.

При построении и редактировании элемента можно задать его цвет и тип линии. Управление этими параметрами осуществляется кнопками, расположенными над инспектором.



Кроме того, тип линии можно сменить сочетанием клавиш **[Alt+1]**, **[Alt+2]**, **[Alt+3]**, **[Alt+4]**.

Некоторые объекты позволяют строить их разными способами. Для выбора альтернативного способа надо ткнуть в треугольник в правом нижнем углу кнопки, либо правой клавишей мыши и выбрать нужный пункт в выпавшем меню.



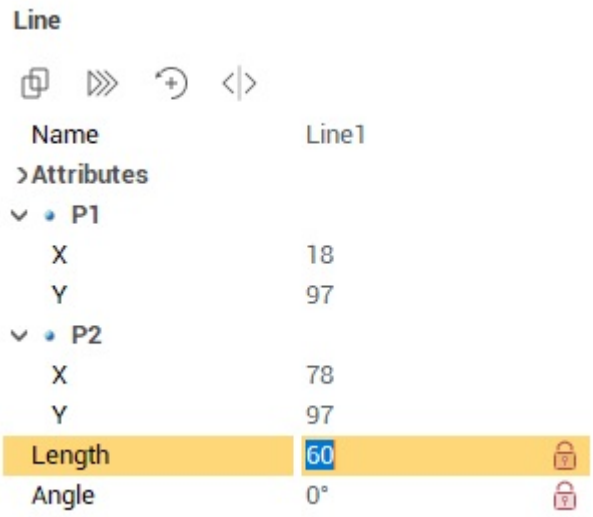
Исключение составляют вспомогательные элементы: фаски, скругления, размеры и штриховка, о чём будет сказано в описании данных элементов.

4.4.2 Отрезок

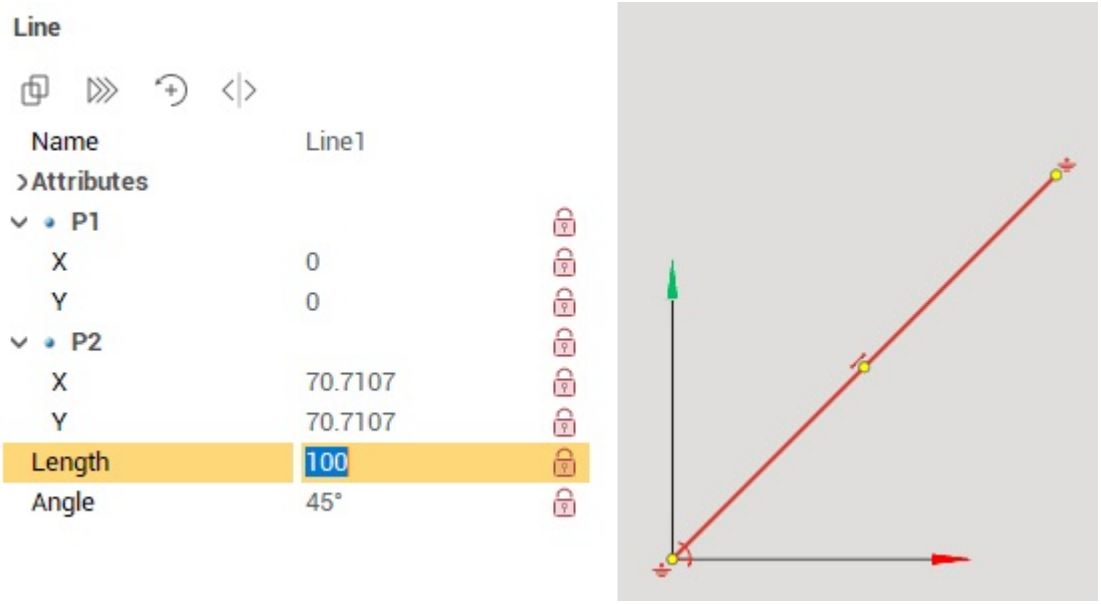


<Отрезок> строится по двум точкам и имеет точку, лежащую на отрезке, и разделяющую его пополам. Построение отрезка осуществляется заданием координат конечных точек отрезка в **<Инспекторе свойств>**. Так же, с помощью мыши, можно переместить отрезок за точку его середины, не изменяя при этом его длину и угол поворота. При захвате курсором конечных точек отрезка возможно динамическое изменение его длины и угла поворота, при нажатой клавише **[Shift]** – перемещение отрезка без изменения его длины и угла. Двойной клик по дуге или окружности создаст осевые линии для дуги или окружности.

Параметры отрезка в окне **<Инспектор свойств>**:



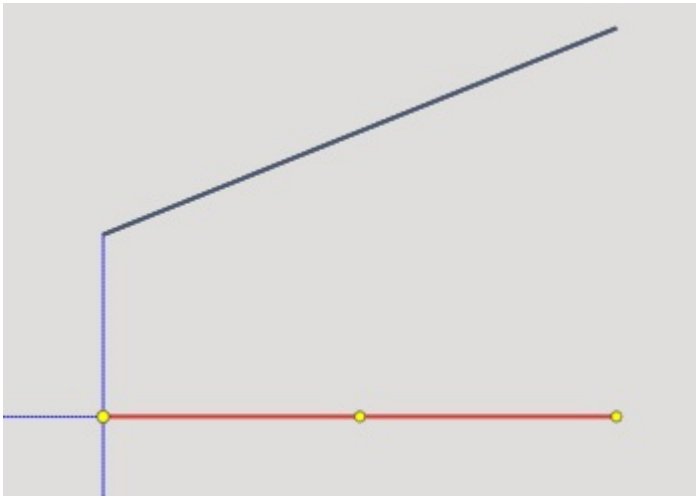
При редактировании отрезка все эти параметры можно зафиксировать нажав символ «замка» в инспекторе, либо соответствующий значок на самом отрезке.



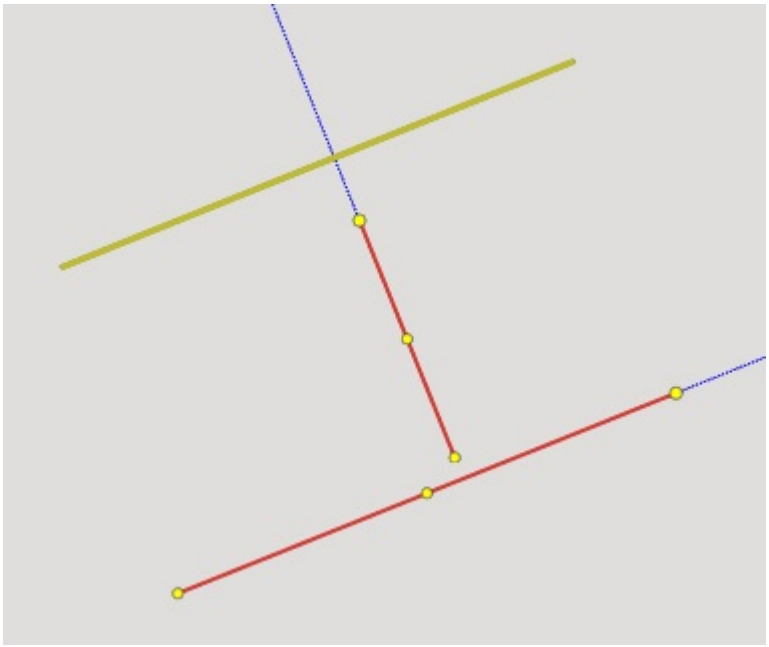
При построении и редактировании отрезка есть возможность воспользоваться помощью направляющих линий. По умолчанию предлагаются направляющие под углами 0°, 45°, 90° и, при редактировании, под углом, под которым отрезок ранее был создан.

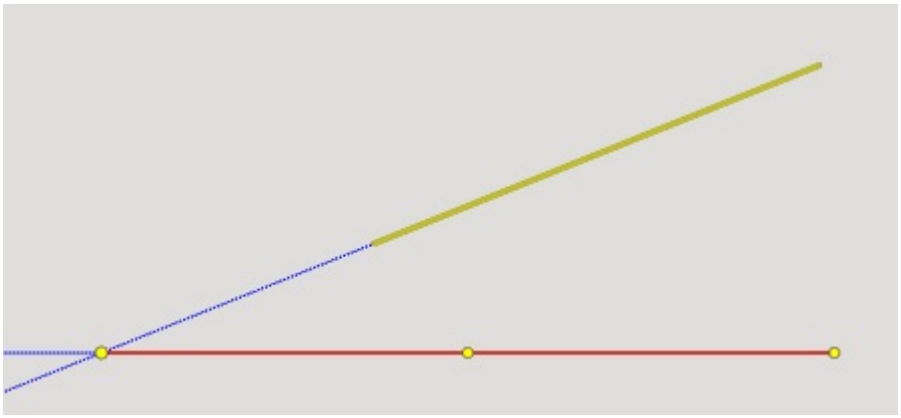
Кроме того, можно создать направляющие, задержав курсор над точкой на ранее созданном объекте:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

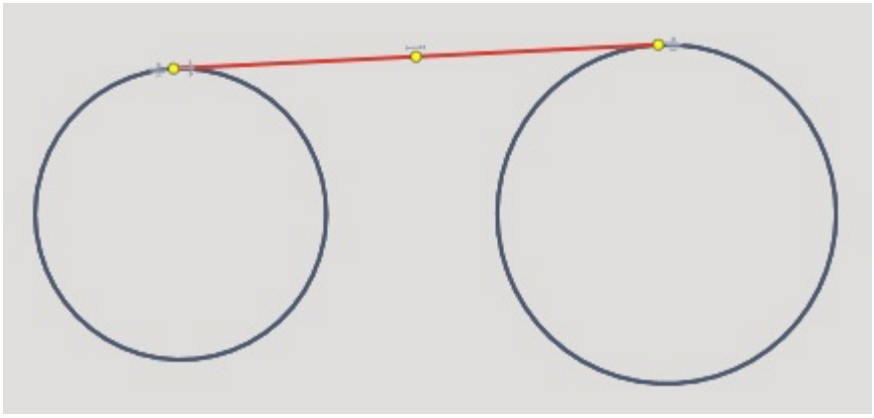


Если при построении отрезка нажать клавишу **[Ctrl]** и задержать курсор над ранее созданным отрезком, то дополнительно будут предложены перпендикулярные и параллельные направляющие к этому отрезку, а так же линия, являющаяся продолжением отрезка.





Если же была указана дуга или окружность с нажатой клавишей **[Ctrl]**, то будет построен отрезок, касательный, к данной дуге/окружности. Это относится и к первой, и ко второй точке отрезка.



4.4.3 Дуга

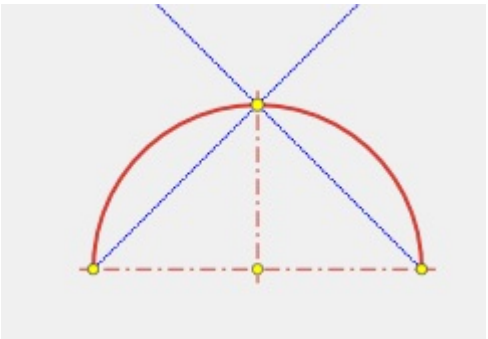
Для дуги доступны 3 варианта построения:

- Две точки и радиус(see page 271)
- Центр, начальная точка и угол(see page 272)
- По трём касаниям(see page 273)

4.4.3.1 Две точки и радиус

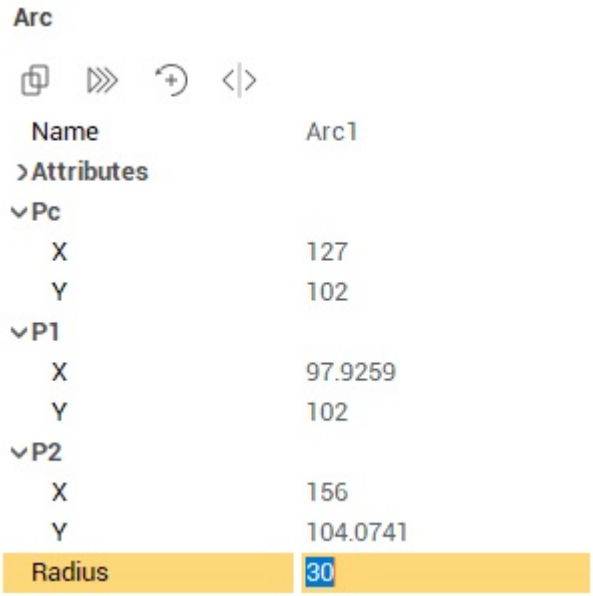


Для построения дуги необходимо последовательно указать первую, вторую и точку середины дуги.



Параметры дуги в окне **<Инспектор свойств>**:

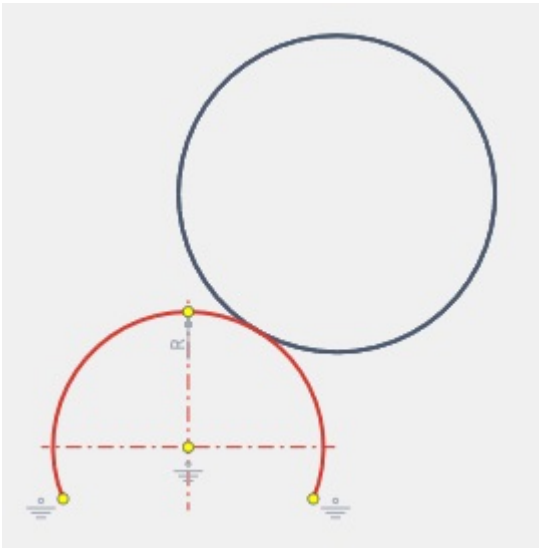
© 2025 ООО СПРУТ Технология



При построении и редактировании дуги есть возможность воспользоваться помощью направляющих линий. По умолчанию предлагаются направляющие от первой или второй точки под углами 0°, 45°, 90° и, при редактировании, относительно точки центра и середины дуги.

Кроме того, можно создать направляющие, задержав курсор над точкой на ранее созданном объекте, как построении или редактировании отрезка.

Если же в последнем шаге построения был указан отрезок, дуга или окружность с нажатой клавишей **[Ctrl]**, то будет построена дуга, касательная к данному элементу.



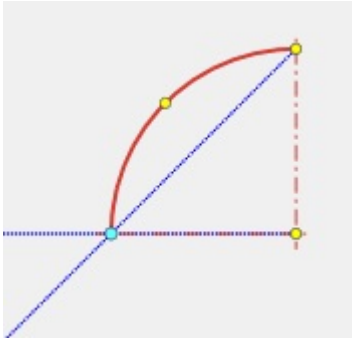
4.4.3.2 Центр, начальная точка и угол



Для построения дуги необходимо последовательно указать центр, первую и вторую точку дуги.

Параметры дуги и их фиксация полностью аналогичны первому способу построения.

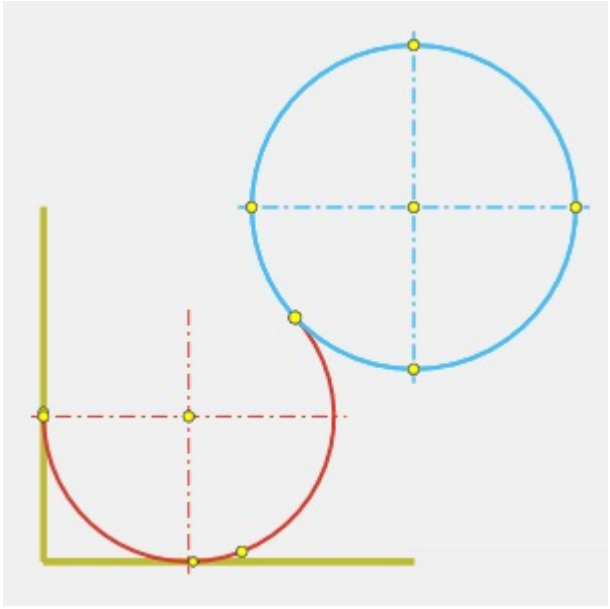
Направляющие предлагаются от центра после его указания, а потом дополнительно и от первой точки дуги.



4.4.3.3 По трём касаниям

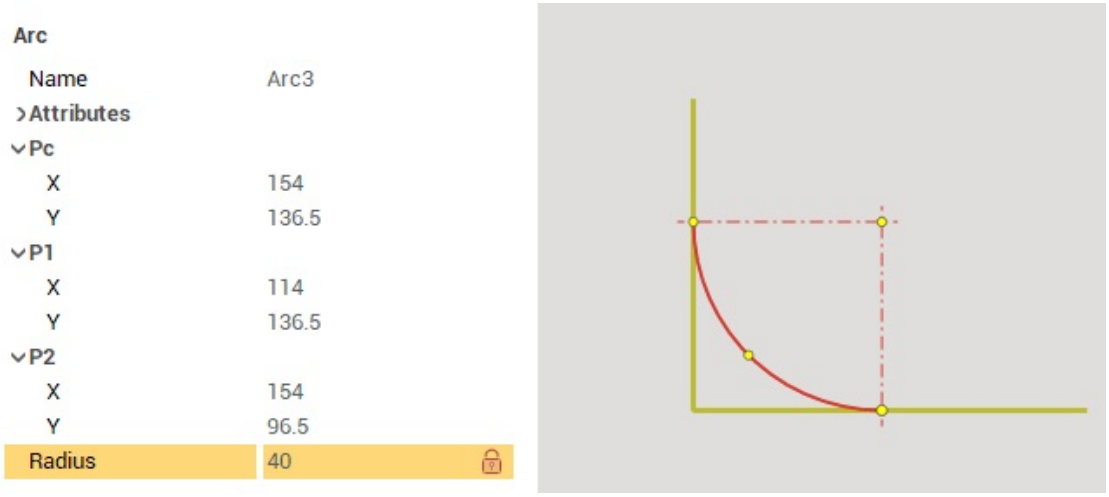


Для построения дуги надо последовательно указать три объекта с нажатой клавишей **[Ctrl]**, к которым дуга должна быть касательна.



Либо указать два объекта и ввести радиус дуги:

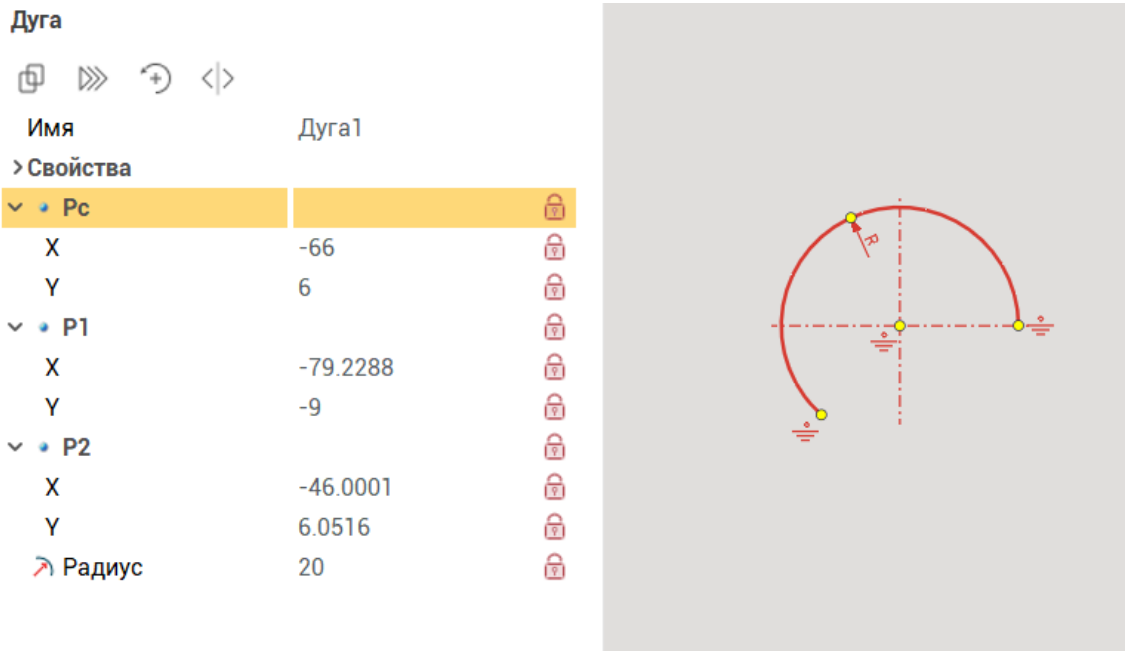
© 2025 ООО СПРУТ Технология



4.4.3.4 Редактирование дуги

Параметры выбранной дуги можно отредактировать перемещая ее точки в графическом окне или меняя значения свойств дуги в панели инспектора.

В процессе редактирования значения в полях инспектора можно зафиксировать нажав иконку "замка". В графическом окне также можно фиксировать параметры дуги. Чтобы построить осевые линии для дуги нужно выбрать **Отрезок** и сделать двойной клик по дуге.



При редактировании в графическом окне можно использовать направляющие прямые. По умолчанию предлагаются прямые под углами 0°, 45°, 90°, проходящие через центральную, среднюю и конечные точки дуги. Также можно создать дополнительные точки привязки задержав курсов над точкой другого объекта.

4.4.4 Окружность

Для окружности доступны 2 варианта построения:

- Центр и радиус. Редактирование окружности(see page 275)
- Окружность по трём касаниям(see page 276)

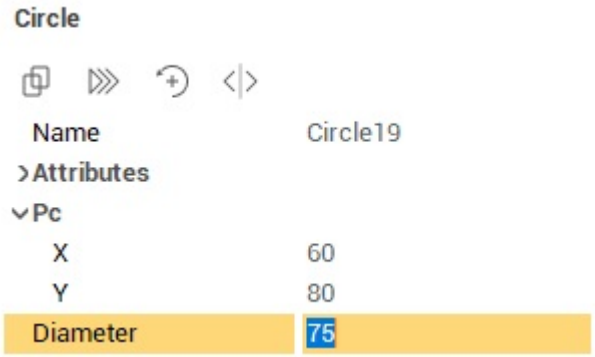
4.4.4.1 Центр и радиус. Редактирование окружности



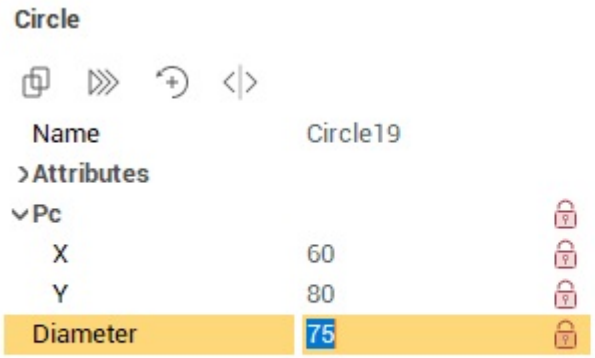
Для построения окружности надо указать точку центра курсором, либо ввести координаты в инспекторе, а потом указать радиус, точно так же, интерактивно, либо вводом значения диаметра в инспекторе. Так же можно в нажать **[R]** для переключения в режим ввода радиуса или **[D]** для переключения обратно в режим ввода диаметра.

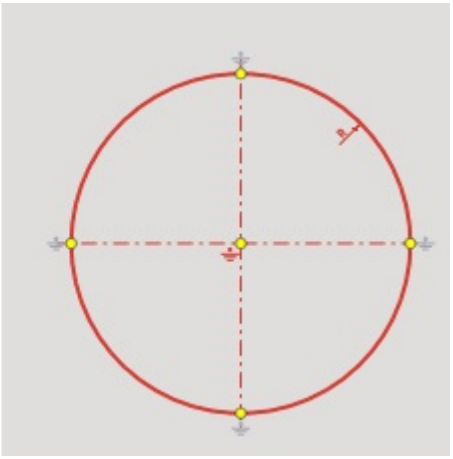
При редактировании окружности можно перемещать точки окружности в графическом окне или вводить свойства в инспекторе. Чтобы построить осевые линии для окружности нужно выбрать **Отрезок** и сделать двойной клик по окружности.

Параметры окружности в **<Инспекторе свойств>**:



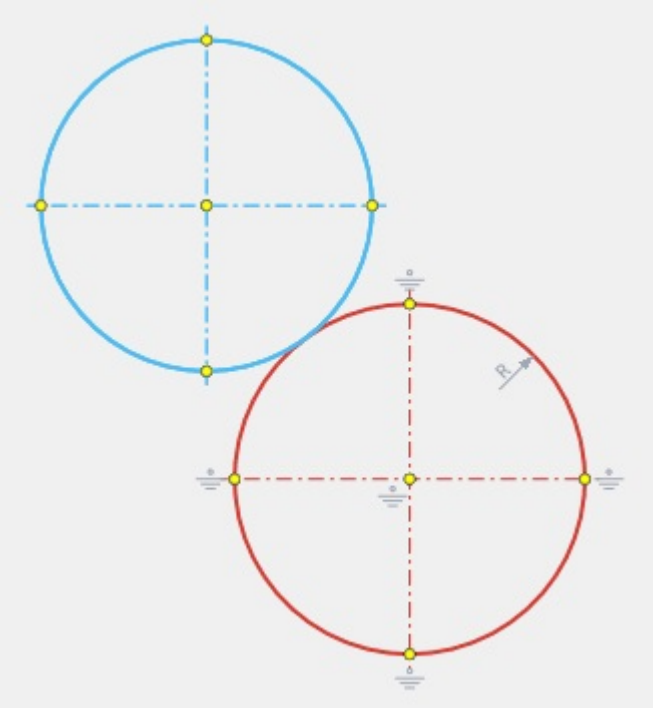
При редактировании окружности все эти параметры можно зафиксировать нажав символ «замка» в инспекторе, либо соответствующий значок на самой окружности, а также крайние точки окружности.





Если необходимо построить окружность, с заданным центром и касательную к другому объекту, то при указании этого объекта надо нажать клавишу **[Ctrl]**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

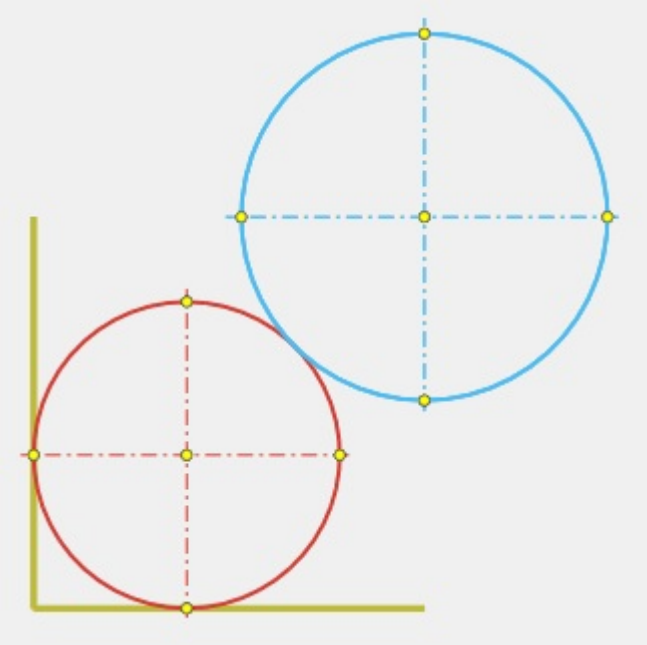


При редактировании окружности можно воспользоваться помощью направляющих линий. По умолчанию предлагаются направляющие от редактируемой точки под углами 0°, 45°, 90°.

4.4.4.2 Окружность по трём касаниям

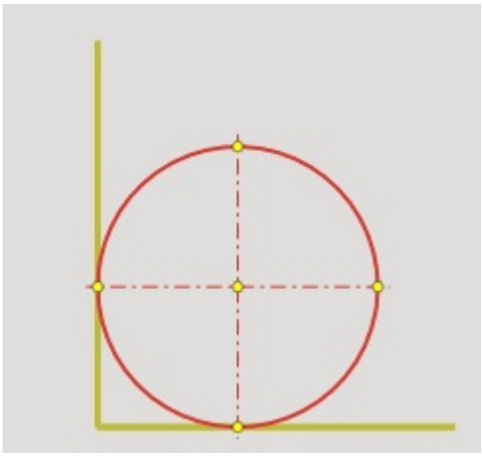


Для построения окружности надо последовательно указать три объекта с нажатой клавишей **[Ctrl]**, к которым окружность должна быть касательна.



Либо указать два объекта и ввести радиус окружности:





4.4.5 Прямоугольник

Для прямоугольника доступно 3 варианта построения:

- По двум точкам(see page 277)
- По стороне и высоте(see page 278)
- По центру и точке(see page 279)

4.4.5.1 По двум точкам



Прямоугольник строится указанием двух противоположных точек в интерактиве, либо указанием координат первой точки и ширины/высоты прямоугольника в инспекторе. Повернуть прямоугольник можно только указав угол поворота в инспекторе.

Параметры прямоугольника в окне **<Инспектор свойств>**:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

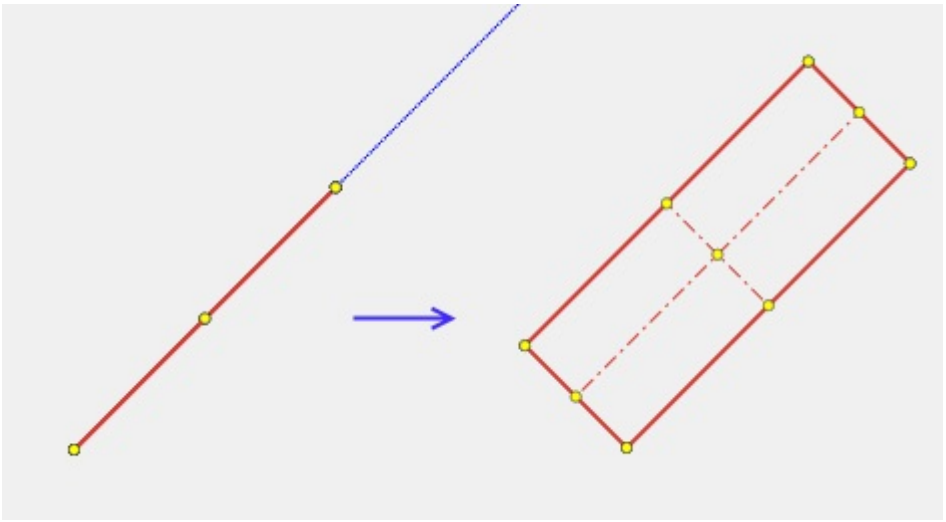
Box	
Name	Box22
›Attributes	
⌄P1	
X	91.1
Y	93.7
⌄P2	
X	104.7
Y	93.7
⌄P3	
X	104.7
Y	112.8
⌄P4	
X	91.1
Y	112.8
Width	13.6
Height	19.1
Angle	0°

При построении прямоугольника можно воспользоваться помощью направляющих линий. По умолчанию предлагаются направляющие от редактируемой и противоположной точки под углами 0°, 45°, 90° и по прямой, проходящей через эти точки.

4.4.5.2 По стороне и высоте

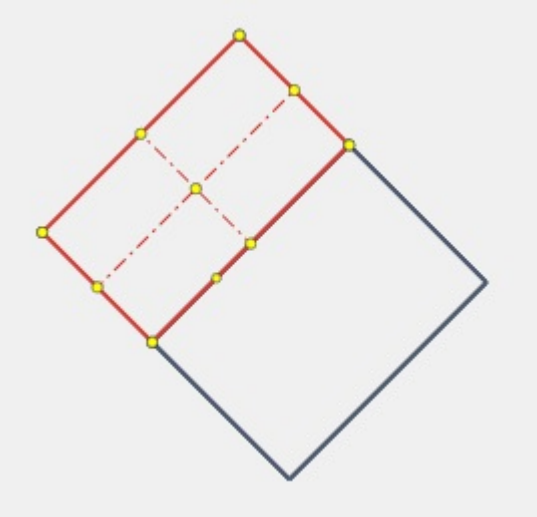


Данный способ отличается тем, что сначала указывается одна сторона прямоугольника, а потом он вытягивается по высоте. Это позволяет строить прямоугольники под необходимым вам углом.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

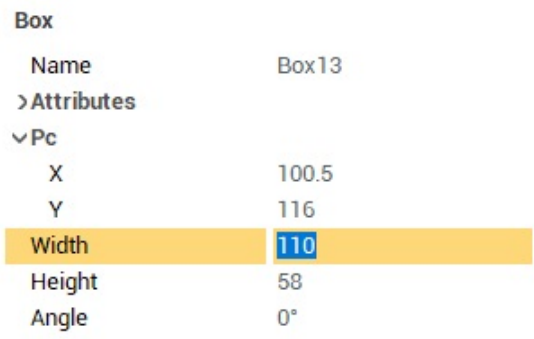
Так же можно указать уже существующий отрезок и сторона будет скопирована с этого отрезка.

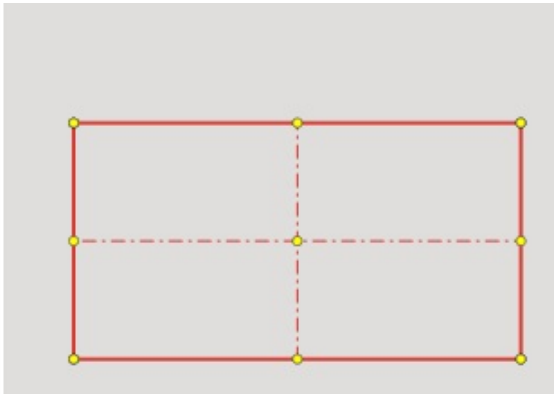


4.4.5.3 По центру и точке



В данном способе построения сначала указывается центр прямоугольника, а затем одна из точек прямоугольника.



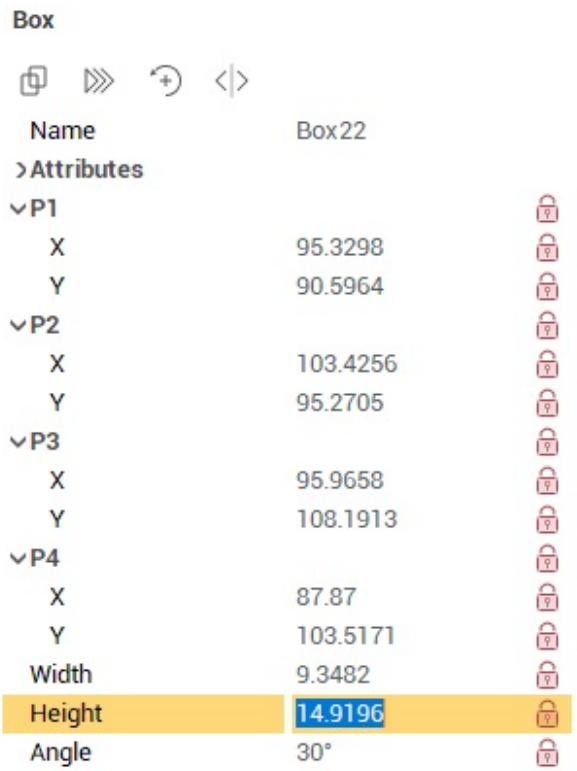


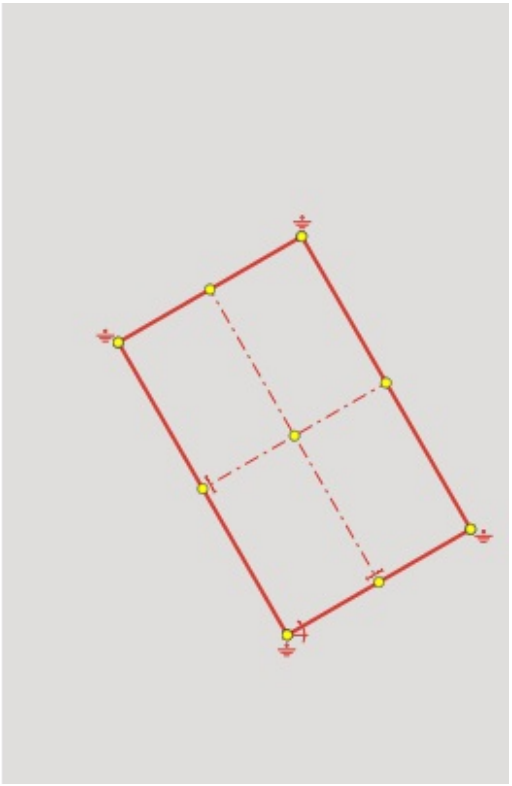
В инспекторе при этом отображается данный центр, а так же ширина, высота и угол поворота прямоугольника.

4.4.5.4 Редактирование прямоугольника

При редактировании прямоугольника все эти параметры можно зафиксировать нажав символ «замка» в инспекторе, либо соответствующий значок на самом прямоугольнике.

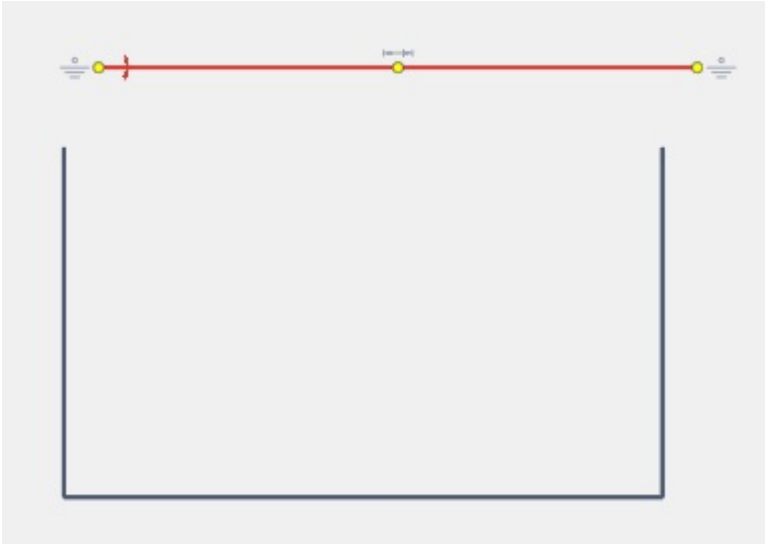
© 2025 ООО СПРУТ Технология





При редактировании прямоугольника можно воспользоваться помощью направляющих линий. По умолчанию предлагаются направляющие от редактируемой и противоположной точки под углами 0°, 45°, 90° и по прямой, проходящей через эти точки.

Так же при редактировании нажатая клавиша **[Ctrl]** позволяет «разрушить» прямоугольник, оторвав указанный отрезок.



4.4.6 Контур

Контур представляет собой набор отрезков и/или дуг, соединенных между собой крайними точками. Для контура доступно два варианта построения:

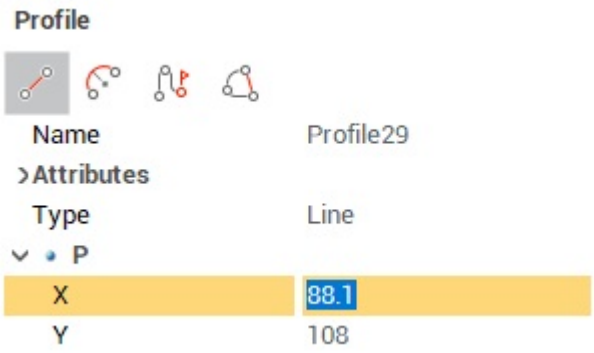
- Построение по элементам(see page 281)
- По зоне или по границам(see page 282)

4.4.6.1 Построение по элементам

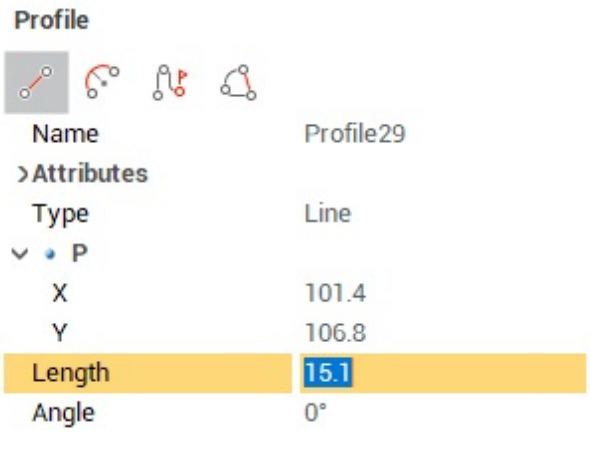


Построение осуществляется последовательным построением отрезков/дуг указанием точек в интерактиве или через инспектор.

На первом шаге надо указать начальную точку контура, либо ввести её координаты в инспекторе.



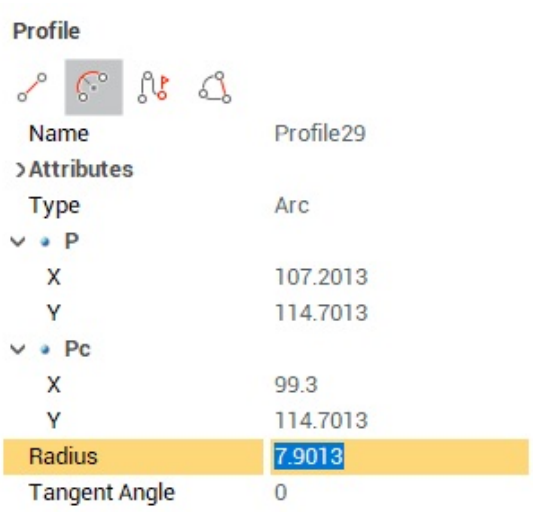
Далее надо так же указать следующую точку, либо ввести длину и угол отрезка.

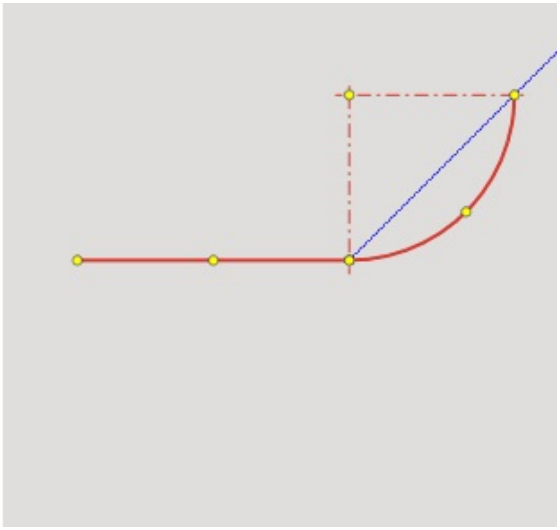




Либо указать дугу. В инспекторе будут доступны координаты следующей точки и точки центра дуги, её радиус и угол к касательной к предыдущему элементу.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Для переключения между отрезком и дугой и наоборот надо нажать соответствующую кнопку:



Или сочетанием клавиш **[Ctrl+Пробел]**.

Для завершения построения надо нажать кнопку:



В первом случае контур будет завершён по последнему подтверждённому элементу, во втором — будет достроен замкнутый контур у которого первая и конечная точки совпадают.

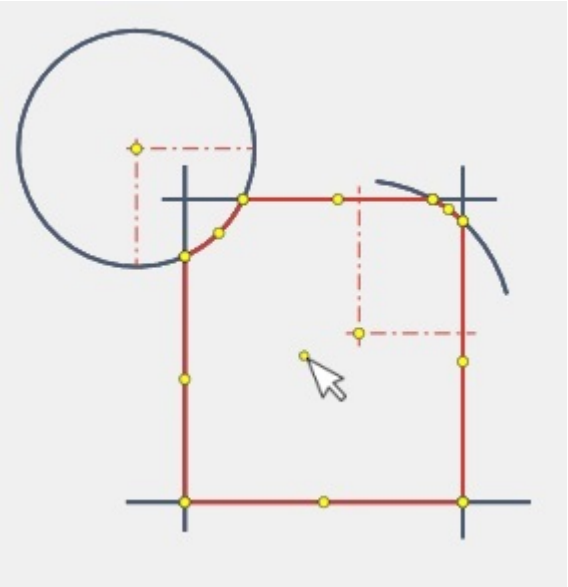
Так же можно завершить построение дважды нажав клавишу мыши при построении последнего элемента.

4.4.6.2 По зоне или по границам

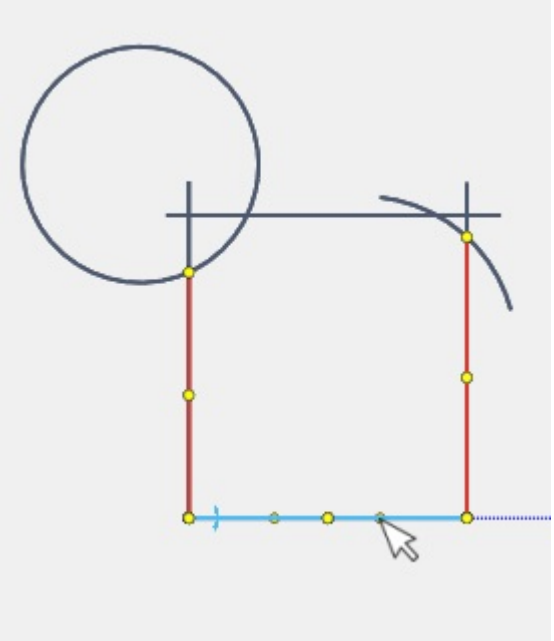


В данном способе контур строится по уже имеющимся элементам.

При указании точки внутри группы элементов будет создан контур, составляющие которого находятся в данной зоне.

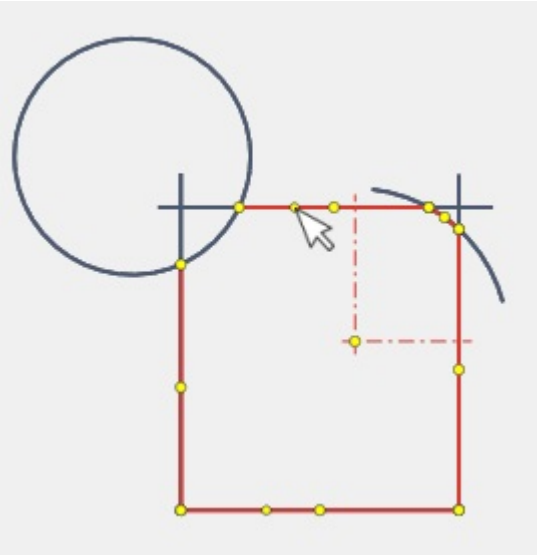


При выборе границы контура его элементы будут созданы автоматически по цепи до ближайшего пересечения с другим объектом.



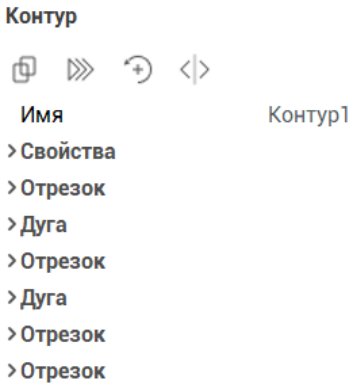
Для продолжения контура надо выбрать его следующий элемент. В случае, если указанный элемент не соединяется с ранее построенным, то система постарается достроить его по цепи.

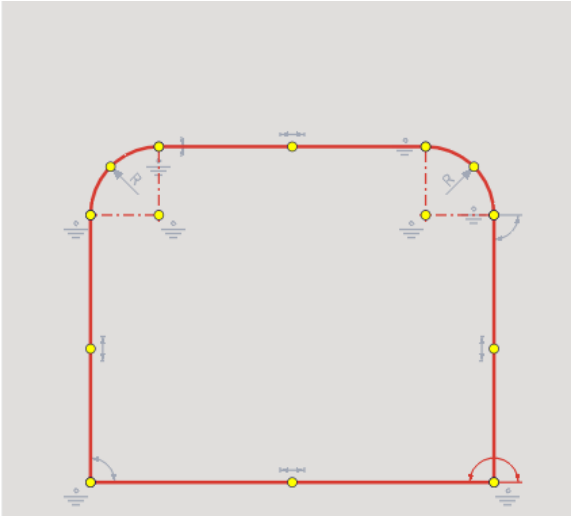
© 2025 ООО СПРУТ Технология



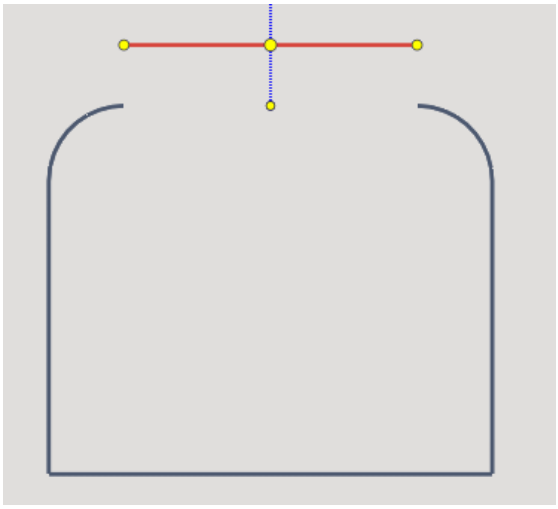
4.4.6.3 Редактирование контура

Контур может быть изменен перемещением его точек в графическом окне. Также можно редактировать свойства элементов контура в панели инспектора. В режиме редактирования контур представлен как набор дуг и отрезков.





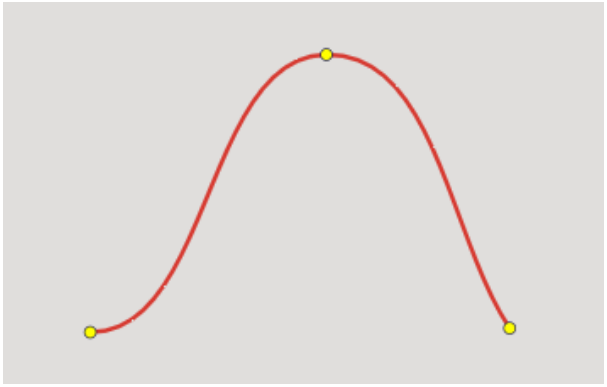
Если выбрать элемент контура одновременно нажав **<Ctrl>,** будет выбран только подсвеченный элемент. При отделении элемента от контура, контур будет разбит на составляющие элементы.



4.4.6.4 Сплайн

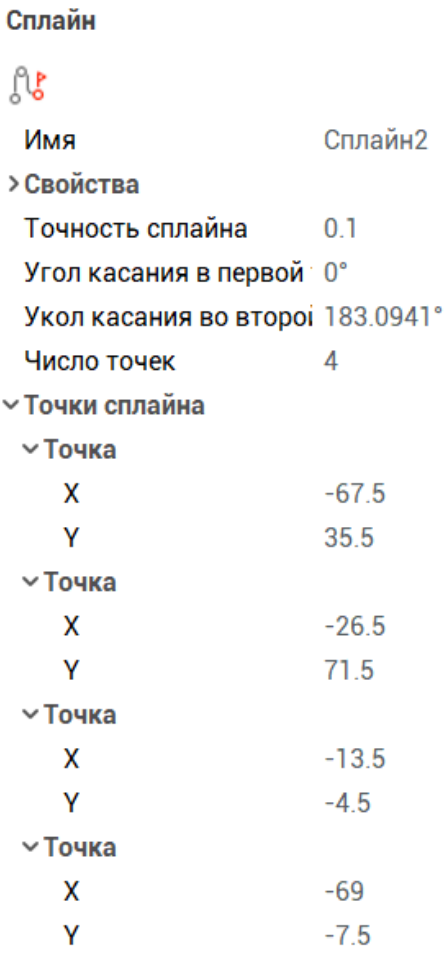


Сплайн это интерполяция кривой отрезками. Сплайн проходит через заданные точки и имеет заданные углы касания в точках начала и конца.



Точки сплайна можно задать в графическом окне или же ввести число точек и задать их координаты в инспекторе.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

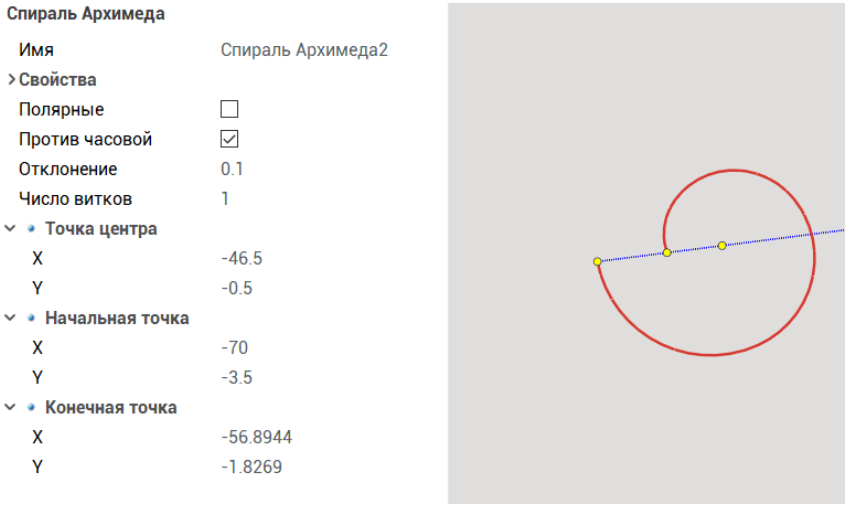


Кнопка  или двойной клик левой кнопки завершают построение сплайна.

4.4.6.5 Спираль Архимеда



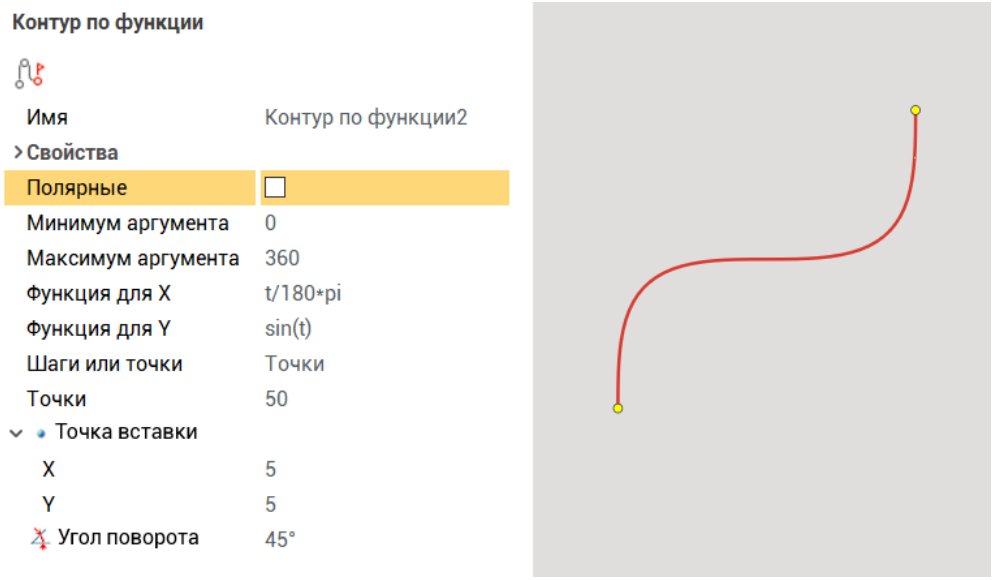
Спираль Архимеда задается центром, начальной и конечной точками. Точки можно указать в графическом окне или ввести значения в поля инспектора.



4.4.6.6 Контур по функции



Создать кривую, которая проходит через точки, чьи координаты вычисляются по выражениям заданным пользователем.



Точки вычисляются подстановкой вместо **t** значений от **Минимума аргумента** до **максимума** в выражения для **X** и **Y**. Можно указать точку вставки кривой и угол поворота вокруг этой точки.

Кнопка  или клик в графическом окне завершают построение кривой.

В выражениях принимаются следующие математические функции:

- sin(t) - синус **t**
- cos(t) - косинус **t**
- tan(t) - тангенс **t**
- cotan(t) - котангенс **t**
- arctan(t) - арктангенс **t**

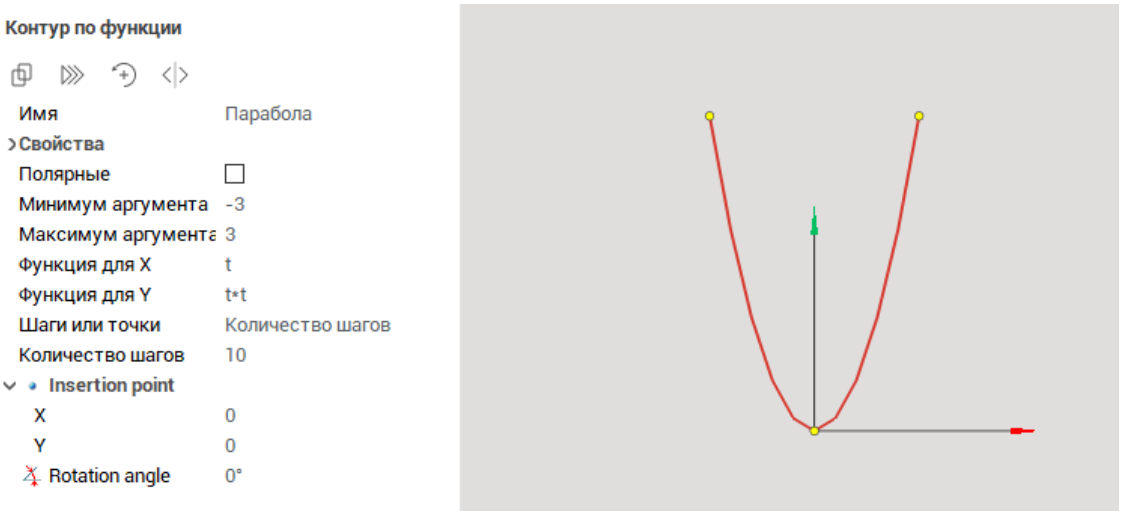
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Для тригонометрических функций значения аргумента в радианах. **Pi** означает число **π**.

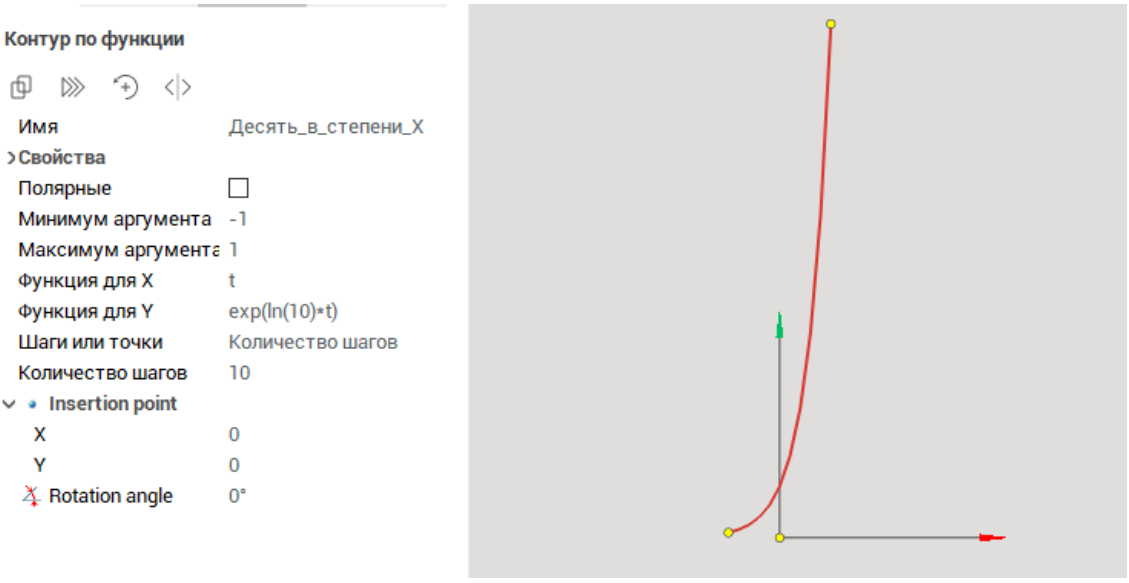
- exp(t) - **e** в степени **t**
- ln(t) - натуральный логарифм **t**
- sqrt - квадратный корень **t**

Примеры контуров функций

Квадратичная функция (парабола): $Y = X^2$



Показательная функция: $Y = 10^X$



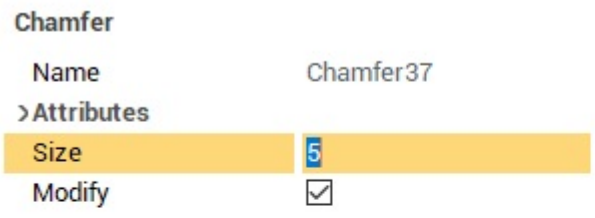
4.4.7 Фаска и скругление

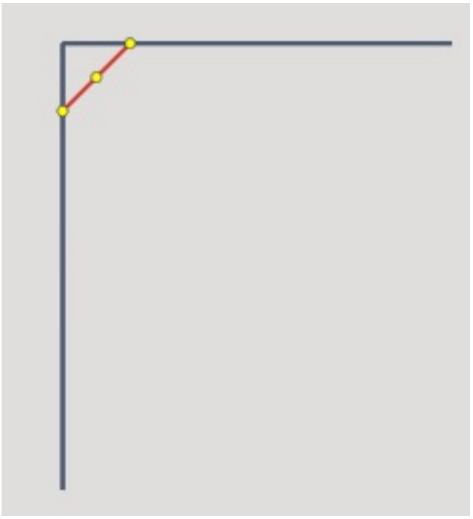
Эти два объекта строятся автоматически, надо только подвести курсор к пересечению двух объектов, ввести размер и нажать кнопку мыши для завершения построения. Если по

каким-то причинам система не может построить нужный элемент, то надо последовательно выбрать элементы.

Фаска



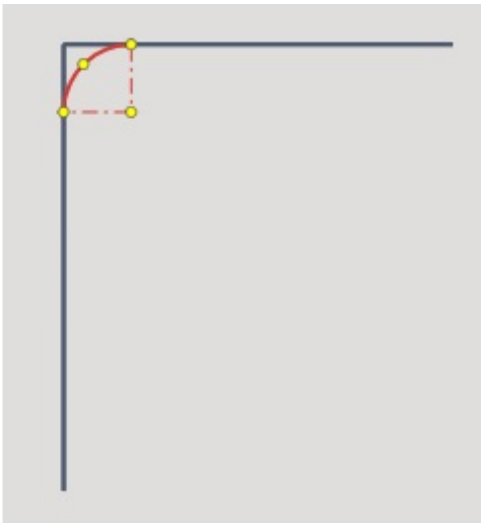




Скругление

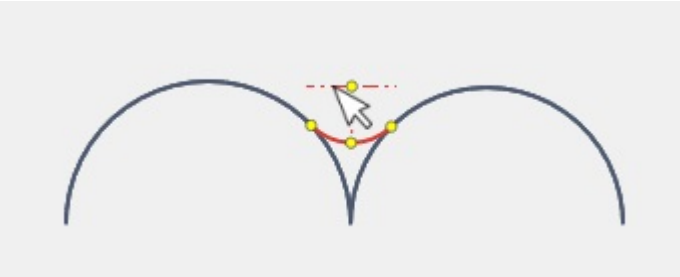




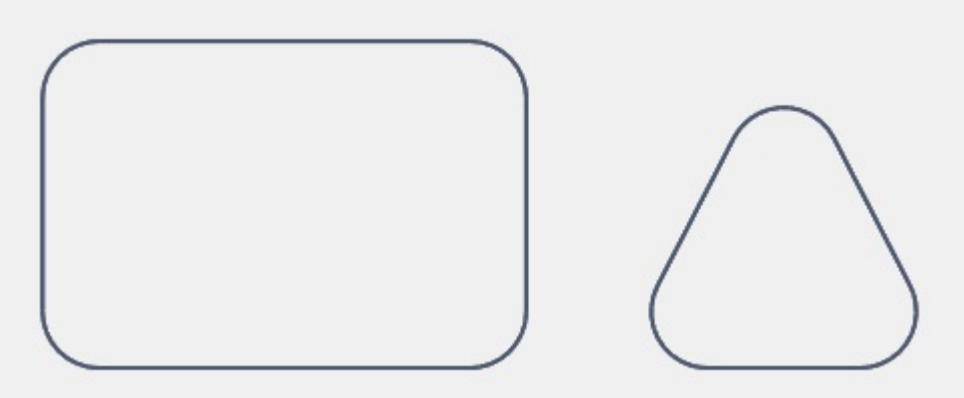


Возможно так же построение фасок и скруглений между дугами.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Если дважды кликнуть по прямоугольнику или контуру, то будут скруглены все углы такого элемента.



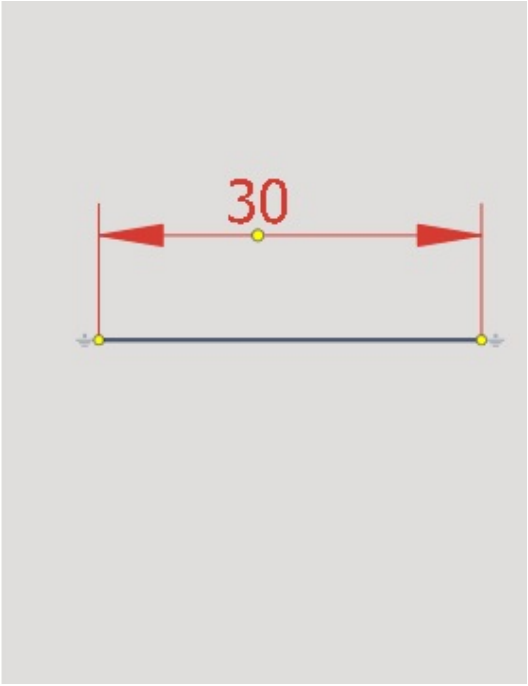
4.4.8 Размеры

Для образмеривания чертежей представлены три типа размеров: линейный(see page 290), радиальный(see page 292) и угловой(see page 292).

4.4.8.1 Линейный размер



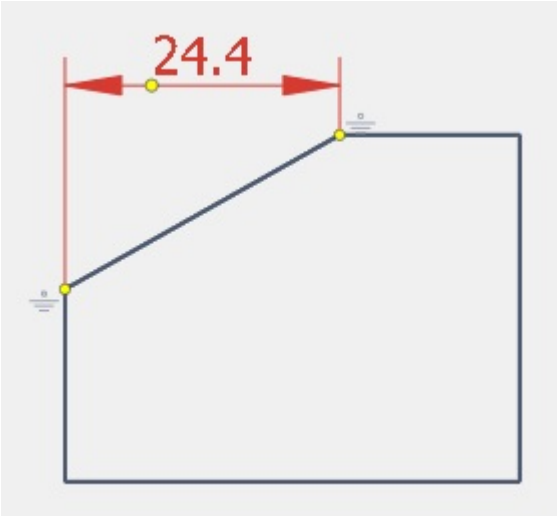
Linear dimension	
Name	GO37
›Attributes	
›Font	
⌄P1	
X	88
Y	118.4
⌄P2	
X	118
Y	118.4
Angle	0
Value	30
Upper deviation	0
Lower deviation	0
Text before	
Text after	
Title	



При построении линейного размера надо указать начальную и конечную точки, размер выноски и смещение начала текста размера относительно первой выносной линии. Значение размера вычисляется автоматически. В инспекторе задаются наклон размерной линии относительно оси X, значения верхнего и нижнего отклонений, текст перед и после значения размера и шрифт текста.

Так же можно создать линейный размер, указав уже имеющийся отрезок. В таком случае указывать начальную и конечную точки не нужно, а в системе появится связь размера с отрезком. При последующим редактировании отрезка или размера будут изменяться оба объекта.

Если размерная линия не является горизонтальной или вертикальной, а её нужно нормализовать, во время построения размера следует нажать **[Shift]**.

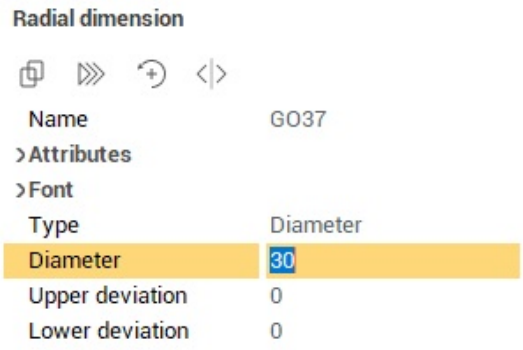


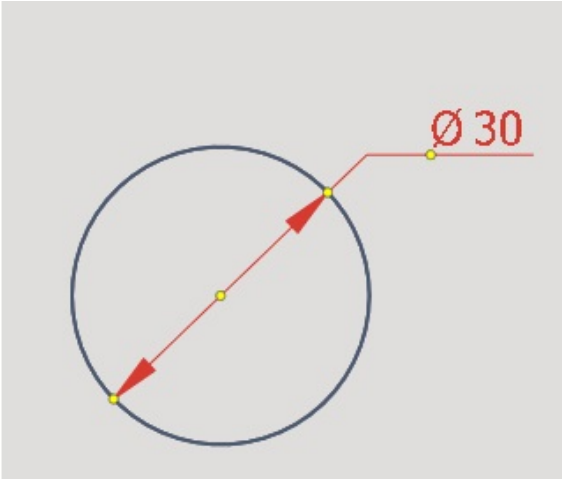
© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.4.8.2 Радиальный размер

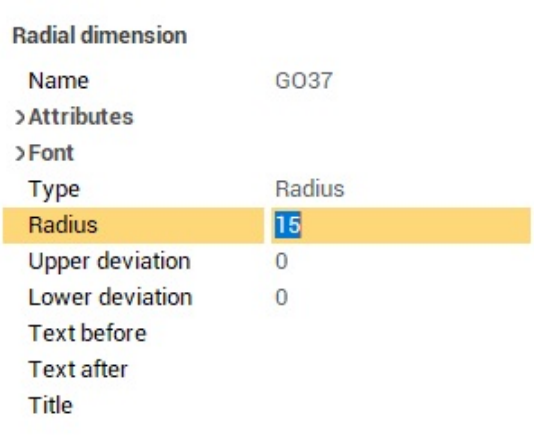


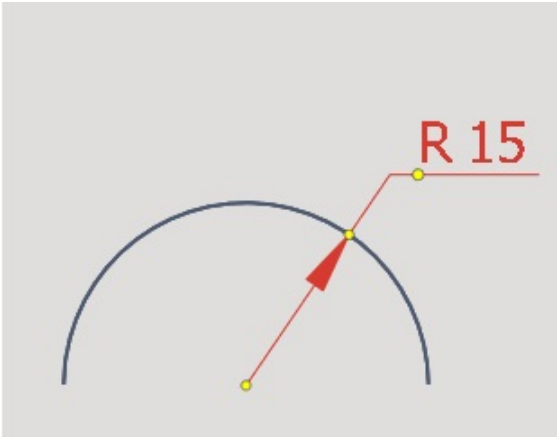
Для построения радиального размера надо указать существующую окружность или дугу и точку начала текста. Значение размера будет определено автоматически. В инспекторе задаются значения верхнего и нижнего отклонений, текст перед и после значения размера и шрифт текста.





При образмеривании окружности по умолчанию будет построен размер типа **<Диаметр>**, как на картинке выше. При образмеривании дуги по умолчанию будет построен размер типа **<Радиус>**:





В любой момент можно переключить тип в одноименном поле.

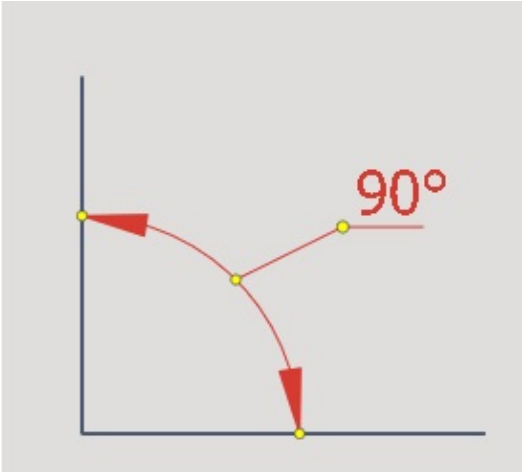
Так же, как и в случае с линейным размером, система определит связь этих объектов и при дальнейшем редактировании одного из них будет изменяться и другой.

4.4.8.3 Угловой размер



Для построения углового размера надо последовательно указать два отрезка и точку начала текста. Значение размера будет определено автоматически. В инспекторе задаются текст перед и после значения размера и шрифт текста.



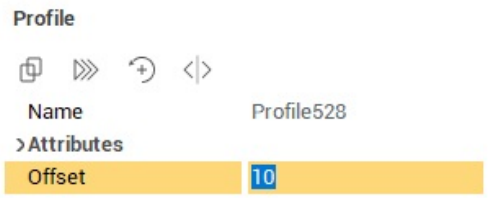


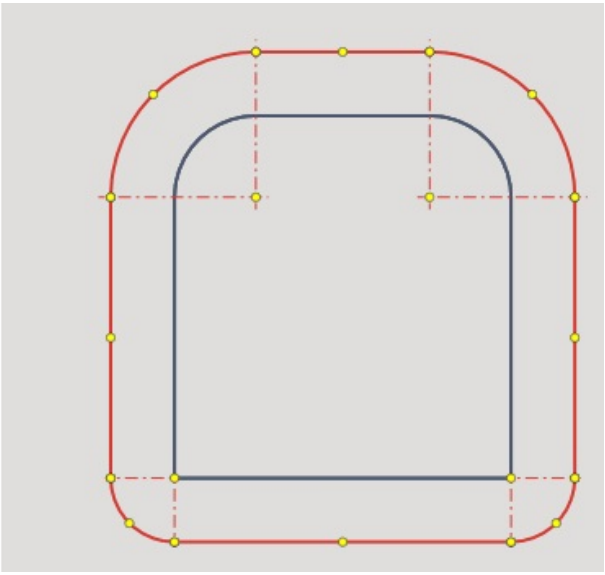
В результате построения системе появится связь размера с отрезками. При последующим редактировании отрезка или размера будут изменяться оба объекта.

4.4.9 Эквидистанта



Данная функция создаёт эквидистантный объект к ранее созданному.



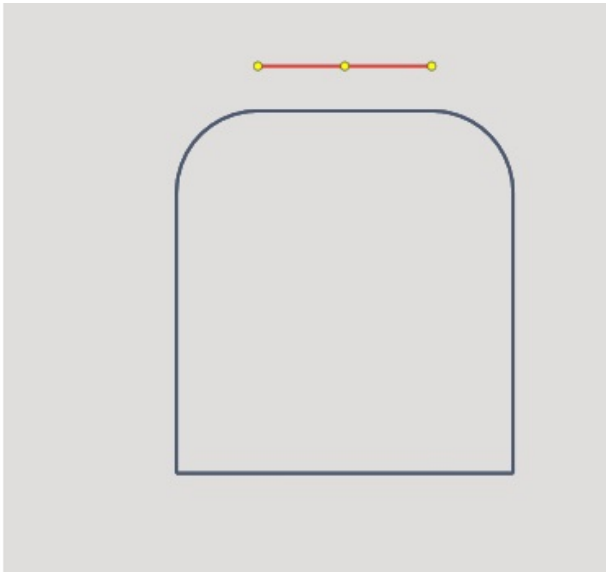


Эквидистанта может быть построена как интерактивно, так и вводом значения смещения от первоначального объекта. Новый объект будет такого же типа, как и исходный.

Если при выборе составного объекта (прямоугольник(see page 277), контур(see page 280)) был нажат **<Ctrl>**, то для построения эквидистанты будет выбрана только указанная сторона (отрезок (see page 268)или дуга(see page 271)), а не весь объект.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

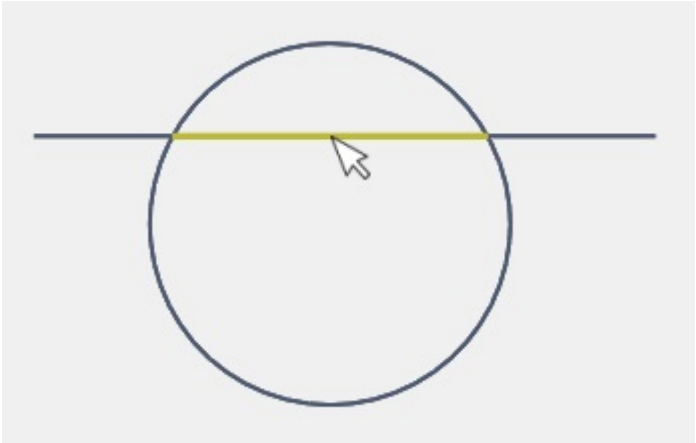




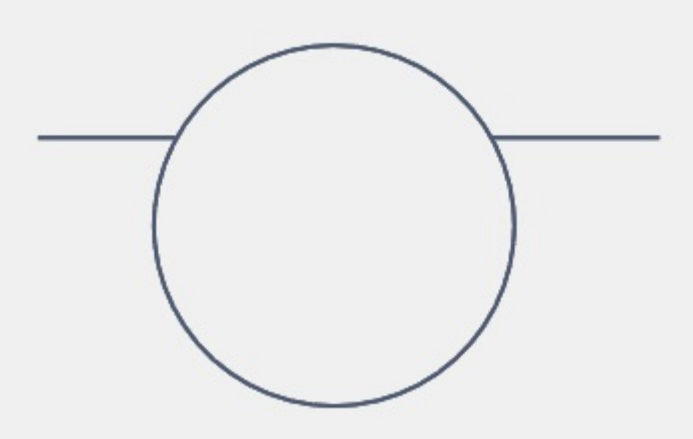
4.4.10 Функция отсечения элемента



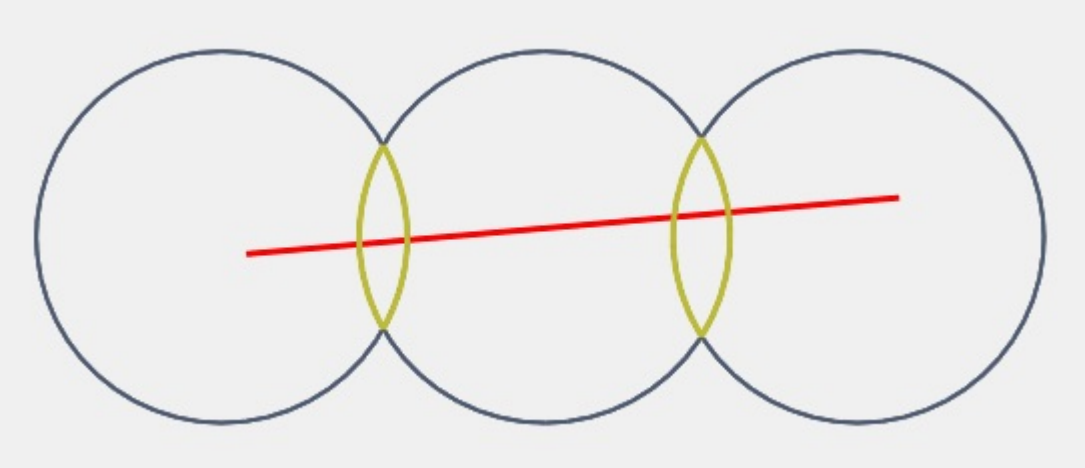
Функция находит точки пересечения указанного элемента с другими и подсвечивает участок, который будет удалён после подтверждения кликом.



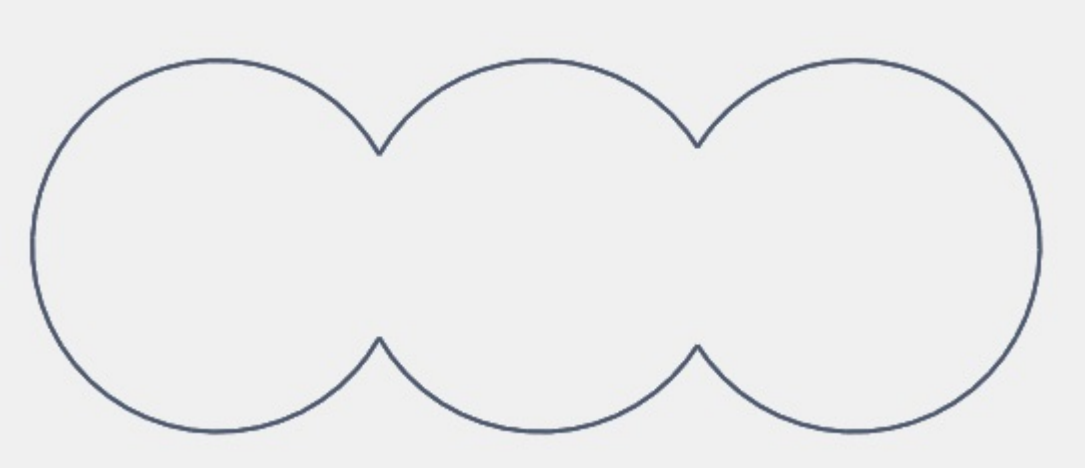
После подтверждения:



Так же можно отсечь фрагменты сразу нескольких элементов, нажав клавишу мыши и потянув.



Все пересечения объектов с этой воображаемой линией будут удалены после отпускания кнопки мыши:



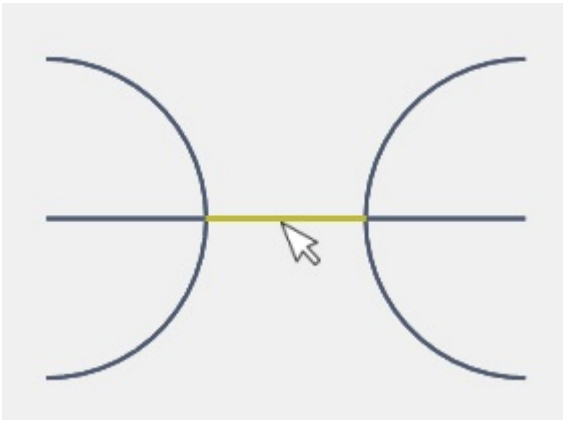
© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.4.11 Разрушение элементов



Функция преобразует указанный составной элемент (прямоугольник(see page 277), контур(see page 280), именованный блок(see page 298)) в отрезки, дуги и текст. Если выбран блок, то он разбивается на элементы, из которых был построен.

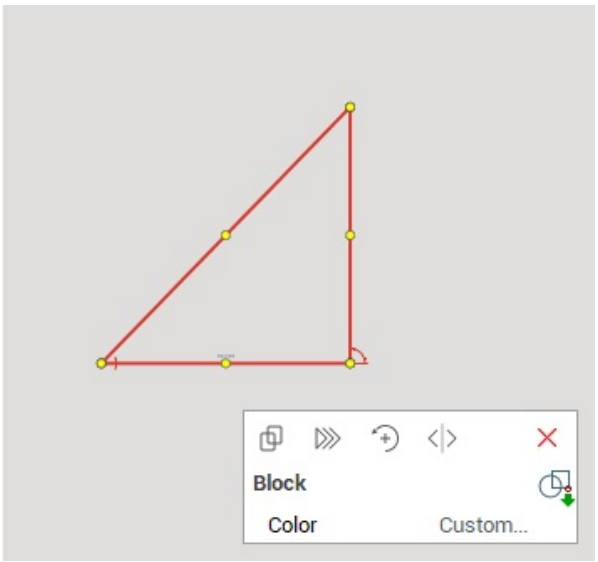
В случае выбора элементарного объекта (отрезок(see page 268), дуга(see page 271), окружность(see page 274)) будет произведено разъединение этого элемента на несколько в точках пересечения с другими элементами.



4.4.12 Дополнительные функции

Дополнительные функции доступны при редактировании одиночных объектов и блоков. Кнопки активации их находятся в инспекторе и всплывающем меню, которое вызывается правой кнопкой мыши.





4.4.12.1 Копирование

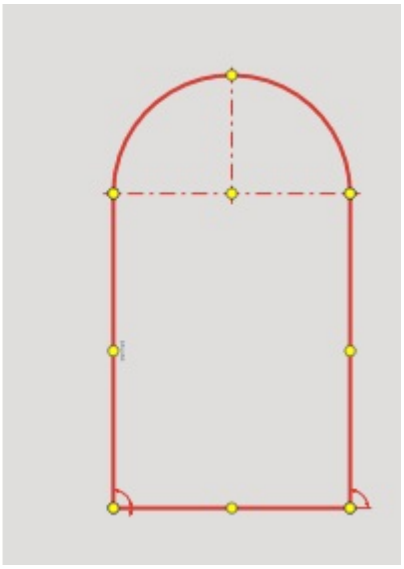


Создаётся копия блока или одиночного объекта в том же месте, что и исходный.

4.4.12.2 Перемещение

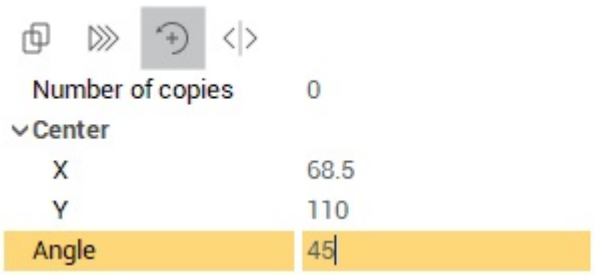
Перемещение группы объектов на заданное расстояние. Кроме того, можно указать количество копий и каждая следующая копия будет смещена на указанное значение от предыдущей.

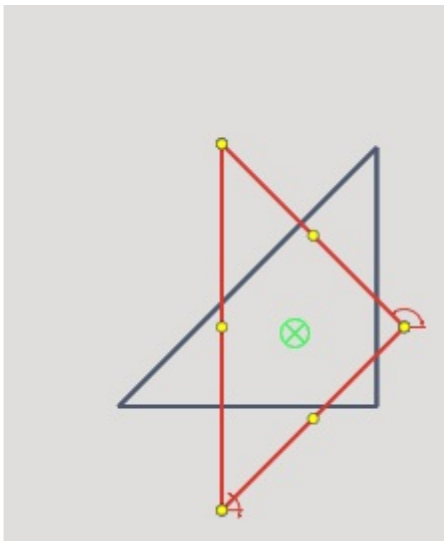




4.4.12.3 Поворот

Осуществляется поворот объекта вокруг указанной точки на заданный угол. Повернуть можно как интерактивно, так и указав координаты и угол в инспекторе. Кроме того, можно указать количество копий и каждая следующая копия будет смещена на указанное значение от предыдущей.

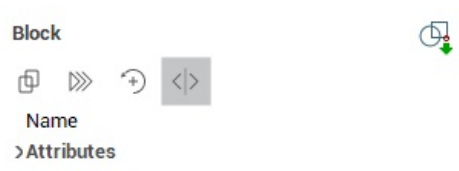


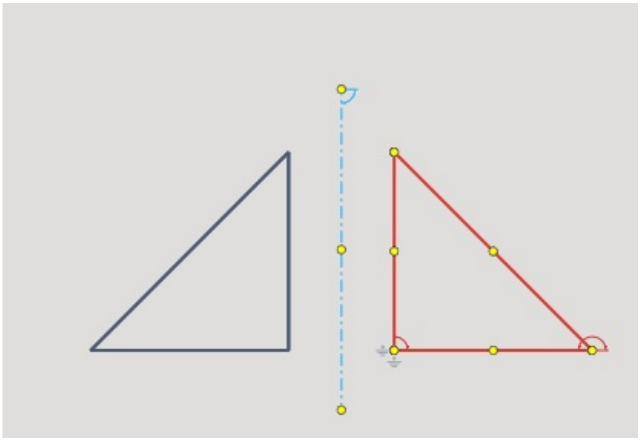


© 2025 ООО СПРУТ Технология

4.4.12.4 Зеркальное перемещение

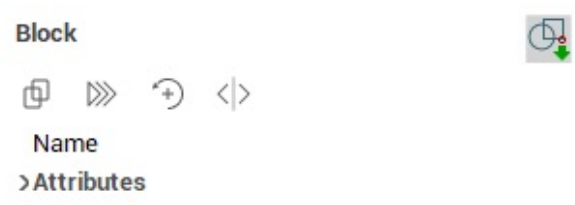
Для зеркального перемещения надо указать ось, относительно которой будет произведено перемещение.

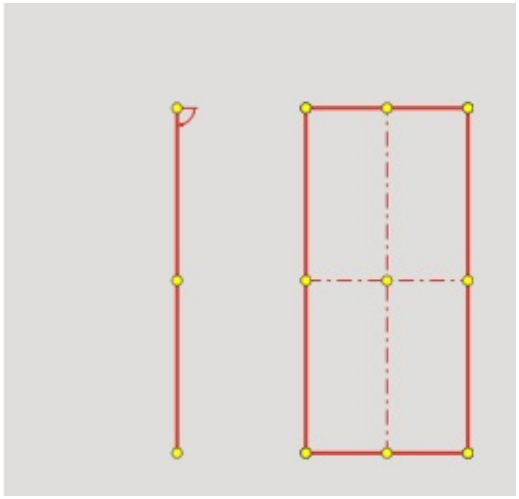




4.4.13 Именованные блоки

Для создания именованного блока надо выделить нужные элементы в блок. Для этого надо нажав кнопку мыши и, удерживая её нажатой, выбрать прямоугольной рамкой элементы, или последовательно выбирать элементы с нажатой клавишей **[Shift]**. Исключение элементов из блока также производится указанием этих элементов с нажатой клавишей **[Shift]**.





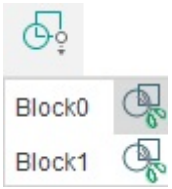
Далее нажать кнопку  в инспекторе. При необходимости можно ввести его имя или задать угол поворота блока.



В дальнейшем можно вставлять этот блок в чертёж, наведя курсор на соответствующую кнопку и выбрав нужный блок из выпавшего меню.



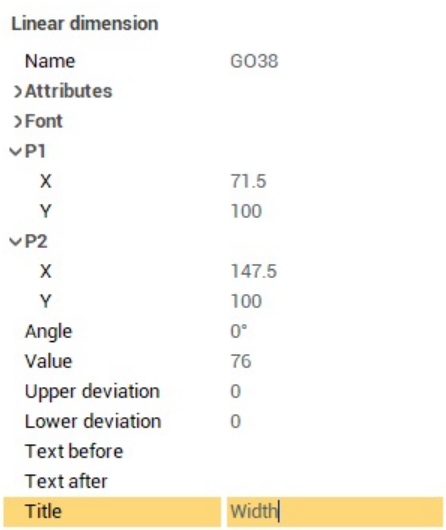
В последующем можно отредактировать исходный блок, нажав «ножницы» в меню. Все копии отредактированного блока так же изменятся.

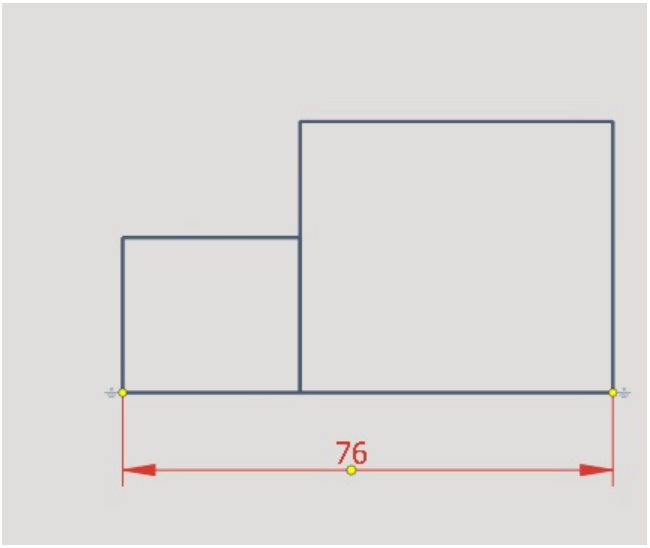


4.4.13.1 Параметризация блока

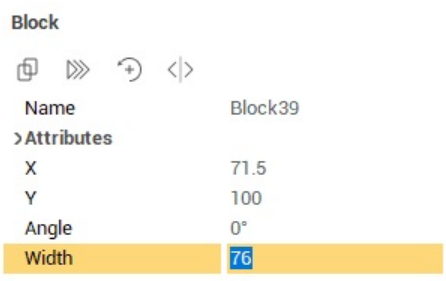
До объединения элементов в блок, в полях **[Title]** размеров введите нужные вам значения.

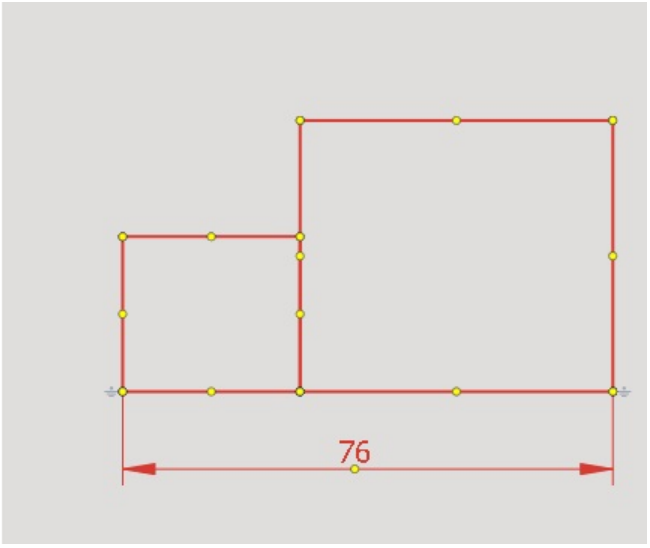
© 2025 ООО СПРУТ Технология





После объединения элементов, данные параметры появятся в инспекторе и будут доступны для редактирования.





4.4.14 Ограничения

Ограничения создаются в процессе построения и удаляются при редактировании, когда условия для связи теряется. Например линия перестала быть параллельной или пропало касание.

В процессе редактирования блока ограничения сохраняются и объекты меняются в соответствии с ними. То есть сохраняется касательность, параллельность линий и т.п.

Типы ограничений:

- Касательность

  Во время построения при нажатом **[Ctrl]** выбираем объект, к которому будет применено это ограничение. Например: окружность касается линии либо отрезок касается окружности или дуги.

  При построении отрезка кроме касательности выставляется, что точка лежит на окружности.

- Точка на окружности, отрезке, дуге.

  При построении если точка на объекте, то создаётся соответствующая связь. Если точка при построении совпадает с точкой другого объекта, то создаётся 2 совместных связи и точка становится общей при редактировании блока.

- Параллельность, перпендикулярность

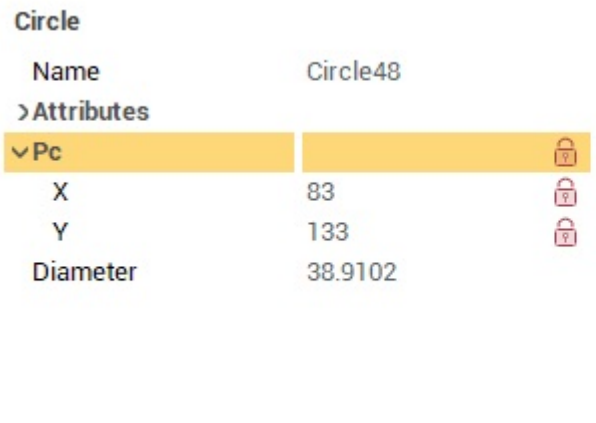
Если в процессе построения с нажатым **[Ctrl]** подвести курсор к отрезку, то появятся вспомогательные линии для построения и будет выставлена связь. Так же связь можно выставить в инспекторе на вкладке **<Links>** и если отрезки не соответствовали такому критерию, то они будут скорректированы.

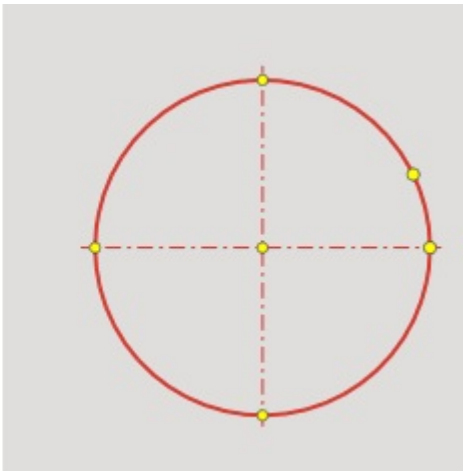
- Соосность

Отрезки лежат на одной прямой. Получить эту связь можно как результат отсечения. Так же такую связь можно выставить в инспекторе на вкладке **<Links>**.

- Фиксация

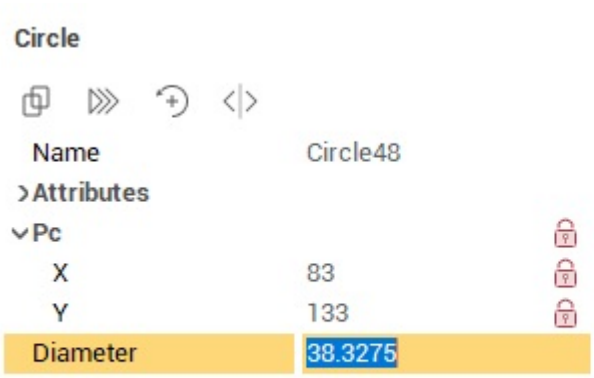
Фиксировать можно точки по координатам X, Y, отдельно или вместе. Можно фиксировать длину, радиус, углы, высоту и ширину прямоугольника. Фиксировать можно кнопками в инспекторе:

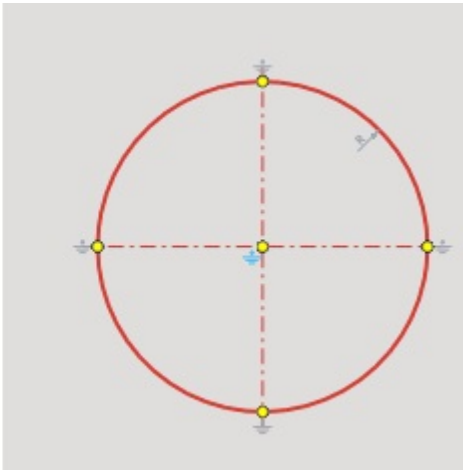




Или якорями на чертеже:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

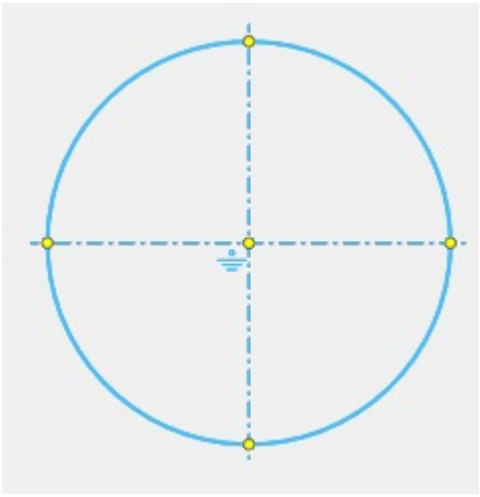




Для размеров можно фиксировать значение **<Value>**, **<Radius>**, **<Angle>** в инспекторе. Это влияет на поведение элементов при редактировании в режиме блока — данный размер не изменяется.

- Оси

Если при построении отрезка двойным кликом кликнуть по дуге или окружности, то будут нарисованы оси, которые будут следить за изменением данного элемента.



- Равенство

Равенство отрезков, радиусов дуг, окружностей выставляется при копировании с размножением. Так же такую связь можно выставить в инспекторе на вкладке **<Links>**.

- Линейный размер

Привязка линейного размера создаётся при его задании к отрезку. При последующем редактировании отрезка будет скорректирован и размер.

- Совпадение точек

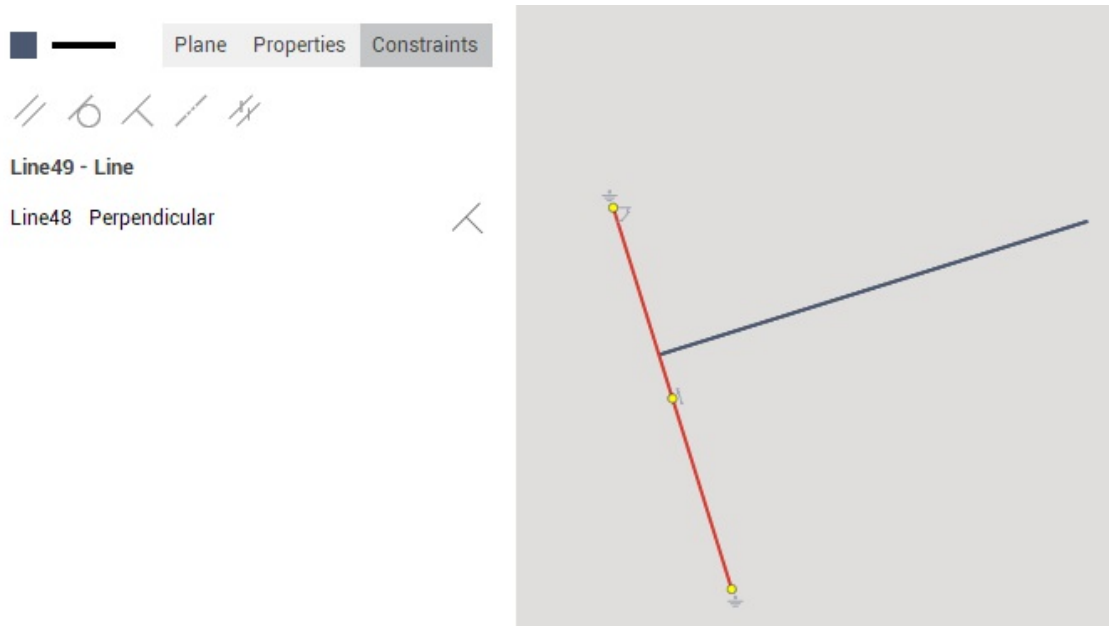
Такая связь создается при построении, когда точки объектов совпадают. Так же такую связь можно выставить в инспекторе на вкладке **<Links>**.

- Объектообразующие связи

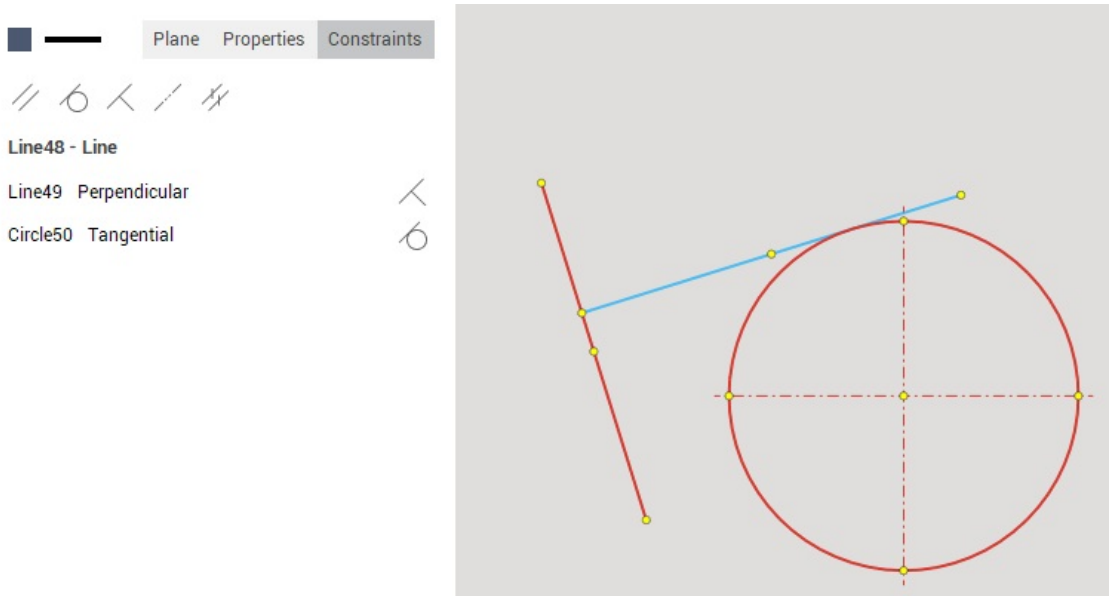
Служат для связи создаваемых сложных объектов, таких как контур, радиальный размер, угловой размер, прямоугольник, скругление, фаска, скрипт. Связь сохраняется до тех пор, пока существует исходный объект.

4.4.14.1 Редактирование ограничений в блоке

В инспекторе, во вкладке **<Constraints>** показывается список связей активного элемента.

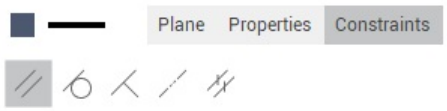


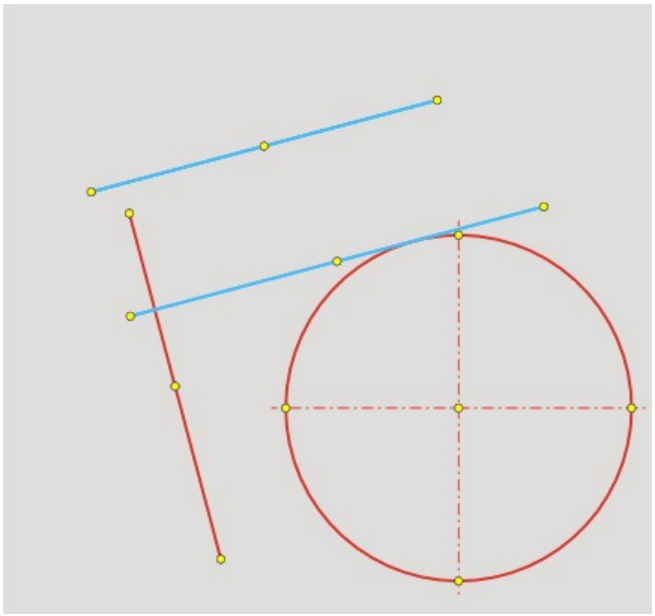
В режиме блока можно отключать/включать ограничение нажатием на изображение связи.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Для создания связей **<Паралельность>**, **<Касательность>**, **<Перпендекулярность>**, **<Соосность>**, **<Равенство>** в режиме блока нажимаем соответствующую кнопку и последовательно выбираем пару объектов.

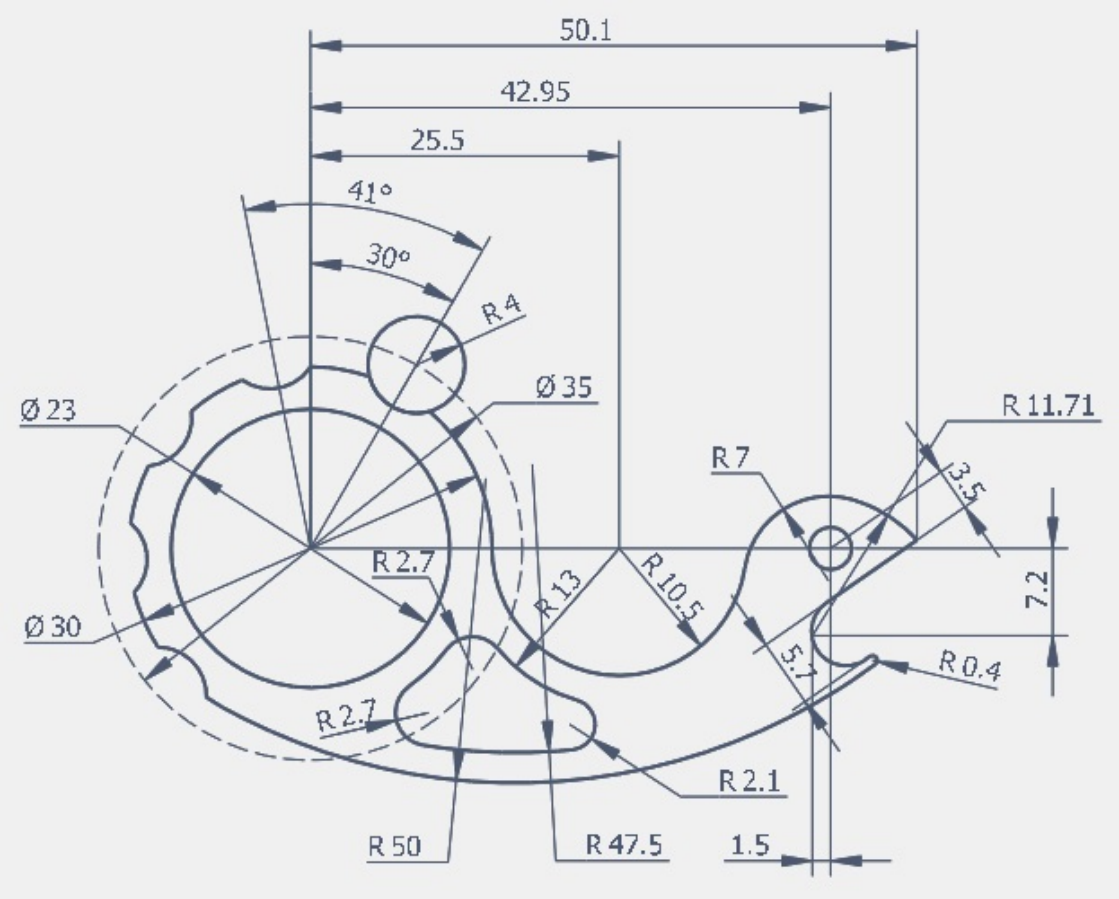




Отжатие кнопки возвратит режим включения/отключения связей. После выхода из режима блока отключенные связи отключаются безвозвратно.

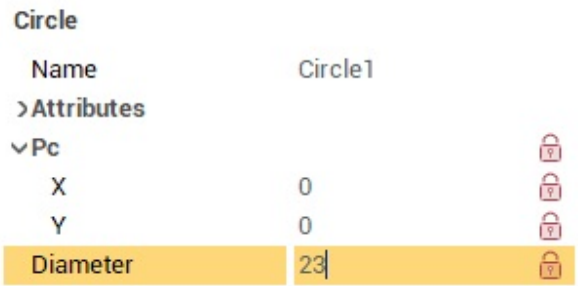
4.4.15 Пример построения чертежа

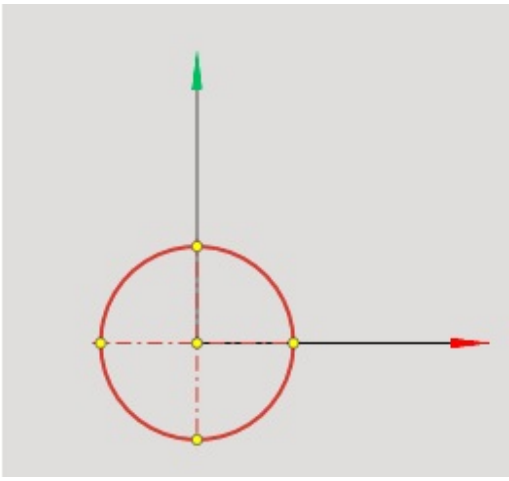
Давайте рассмотрим построение на примере этого чертежа:



Нажимаем кнопку построения окружности 

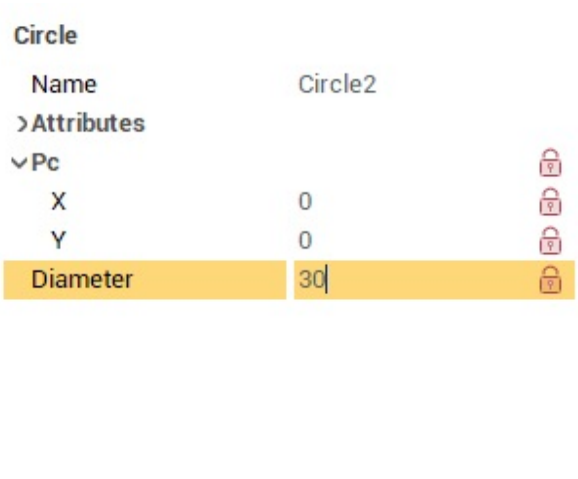
В инспекторе вводим координаты 0, 0 и диаметр 23.

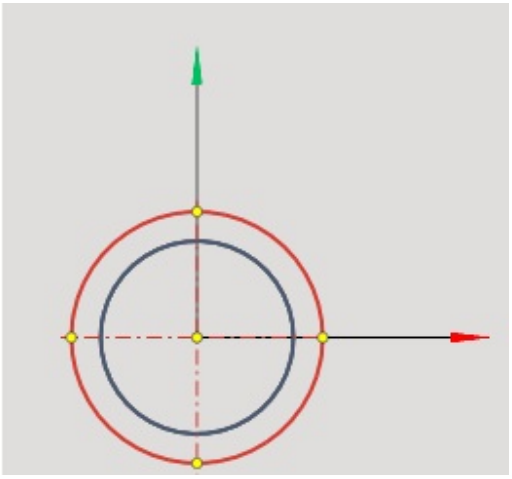




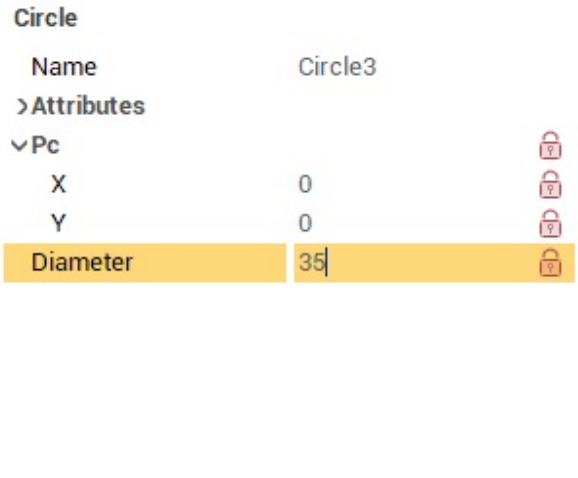
Точно так же строим следующую окружность:

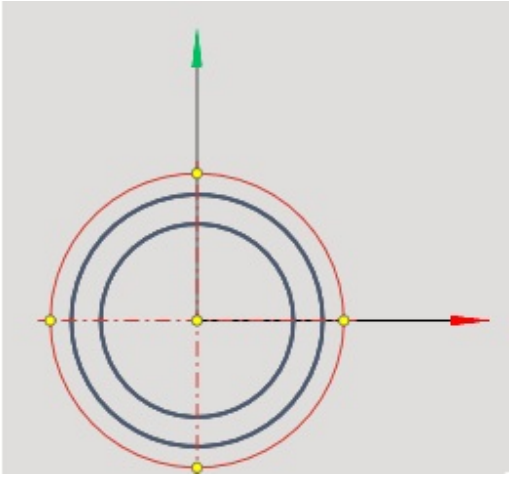
© 2025 ООО СПРУТ Технология





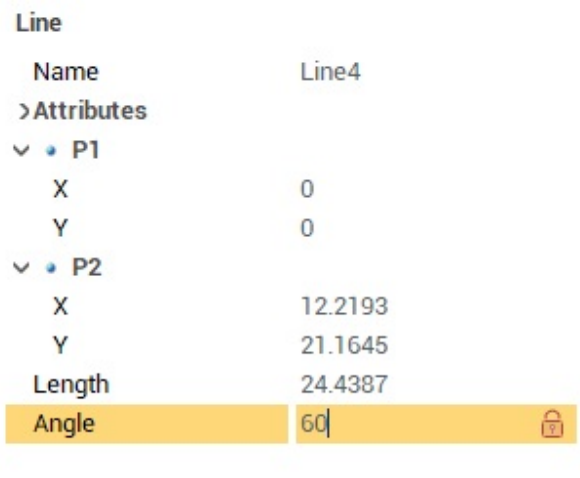
И третью, предварительно нажав [**Alt+2**] для переключения типа линии:

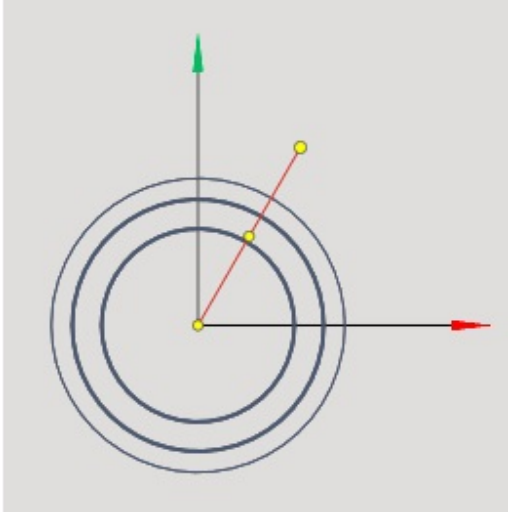




Далее переключаемся в режим построения отрезка 

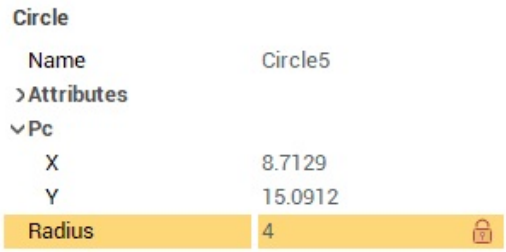
Указываем первую точку в центре окружностей, далее тянем его за пределы третей окружности, а в инспекторе вводим угол 60°:

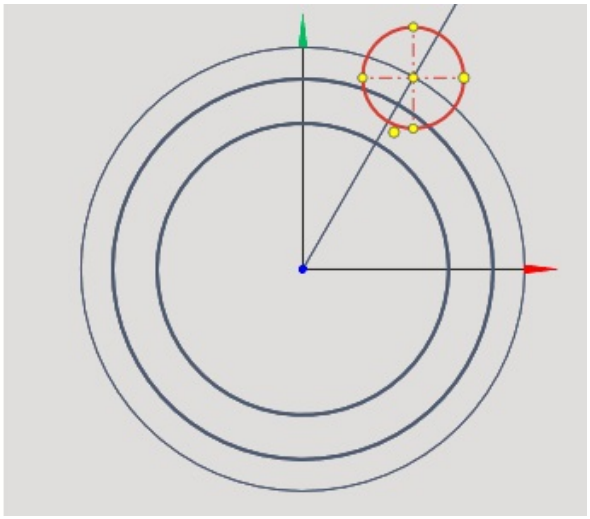




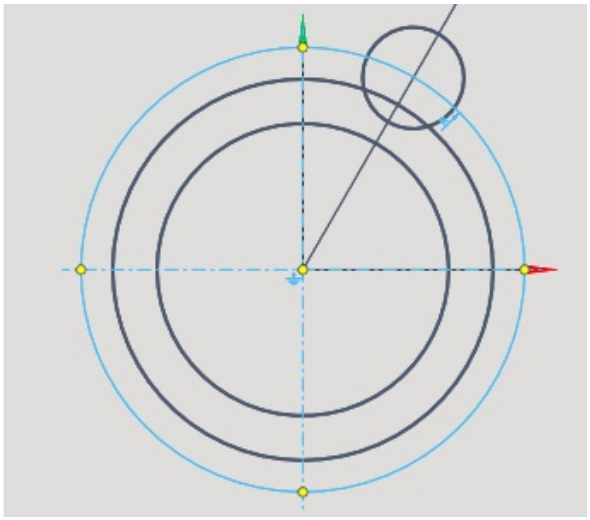
Переключаемся обратно в режим построения окружности, нажимаем [**Alt+1**] для возврата в режим построения основных линий, указываем в качестве центра точку пересечения

отрезка и третей окружности, нажимаем клавишу [**R**] для переключения в режим ввода радиуса и вводим 4:



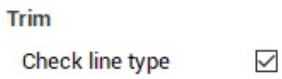


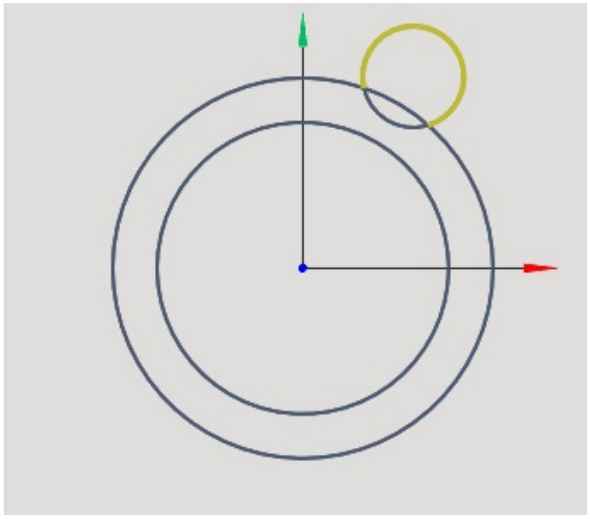
Нажимаем клавишу [**Esc**] или отжимаем кнопку построения окружности для выхода из этого режима. Подсвечиваем более не нужный нам отрезок и нажимаем клавишу [**Del**] для его удаления, следом удаляем и внешнюю окружность:



Переключаемся в режим отсечения  и удаляем ненужную более часть окружности:

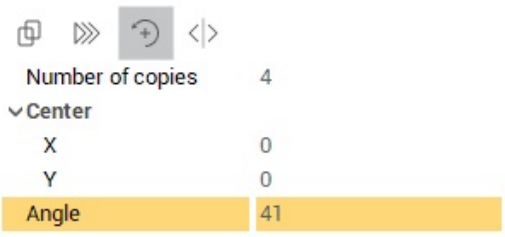
© 2025 ООО СПРУТ Технология

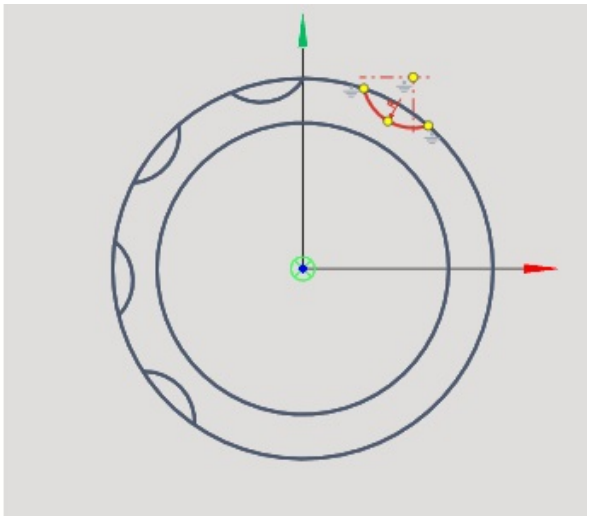




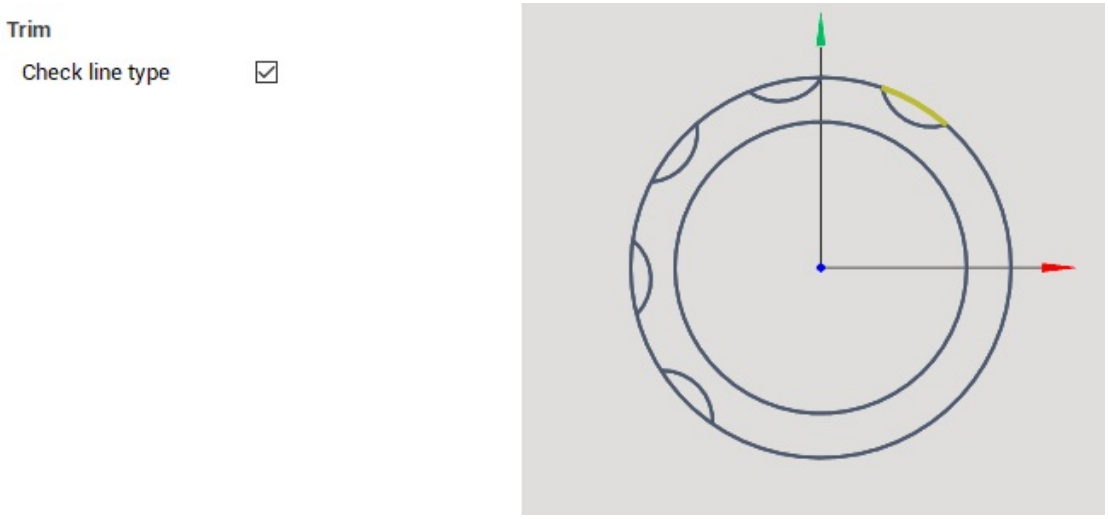
Выбираем полученную дугу, переключаемся в режим поворота объекта 

Перемещаем центр поворота в центр окружностей, в поле [**Количество копий**] вводим 4, в поле [**Угол**] — 41°:

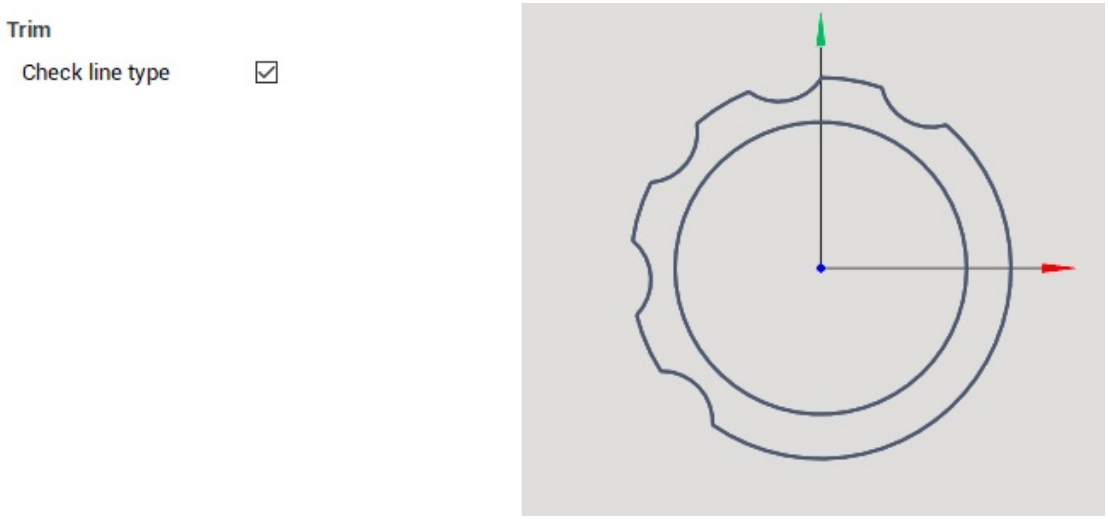




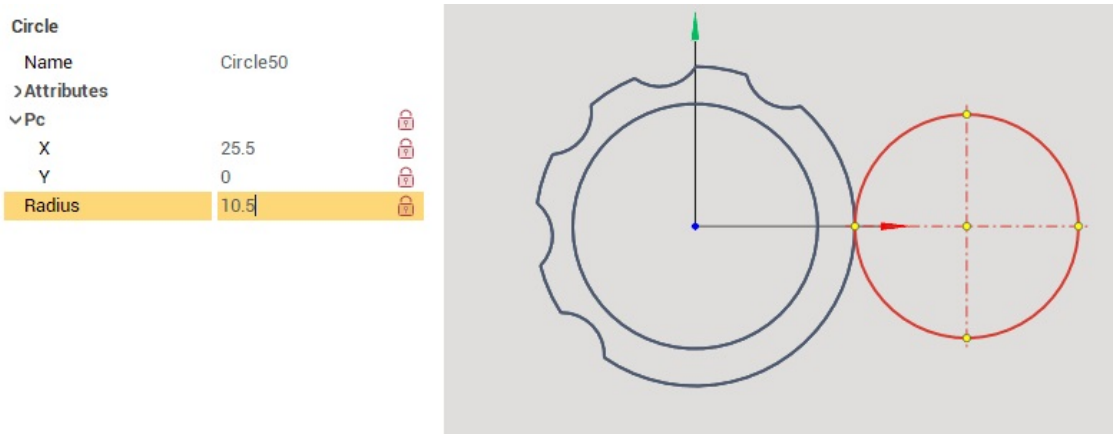
Далее включаем функцию отсечения  и последовательно удаляем лишние участки:



В результате у нас получится такая фигура:



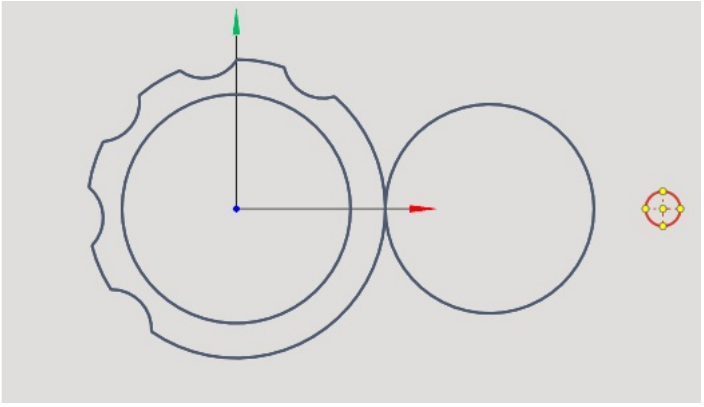
Снова включаем построение окружности и вводим такие значения:



И следующую окружность:

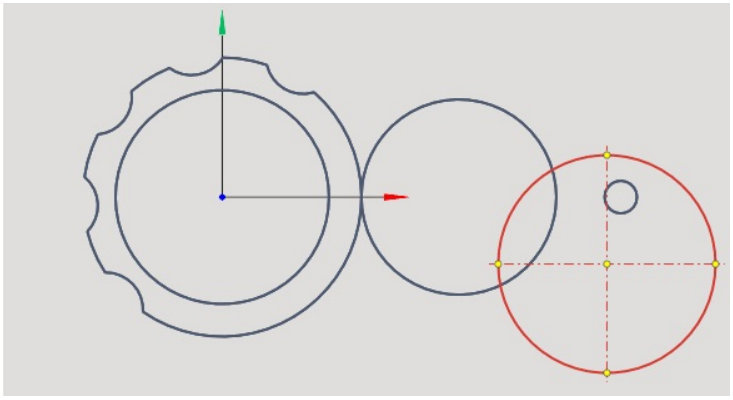
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Circle	
Name	Circle51
Attributes	
Pc	
X	42.95
Y	0
Diameter	3.5



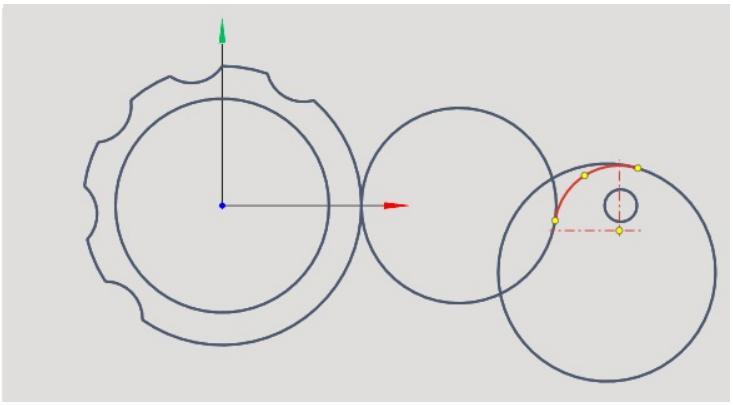
Следующая окружность является основой дуги с радиусом 11.71:

Circle	
Name	Circle52
Attributes	
Pc	
X	42.95-1.5
Y	-7.2
Radius	11.71

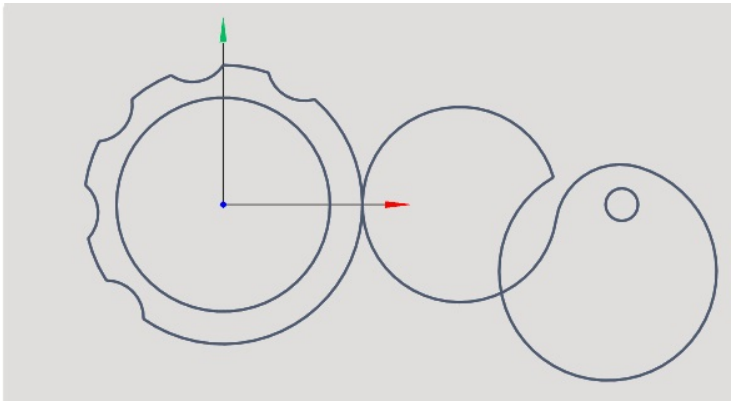


Включаем построение скругления  и строим дугу радиусом 7:

Round chamfer	
Name	Round chamfer29
Attributes	
Size	7
Modify	☑



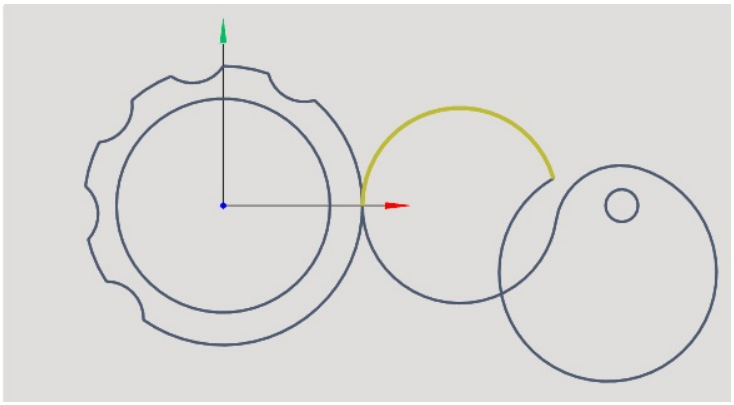
Получается следующее:



Включаем режим отсечения и удаляем два лишних фрагмента:

Trim

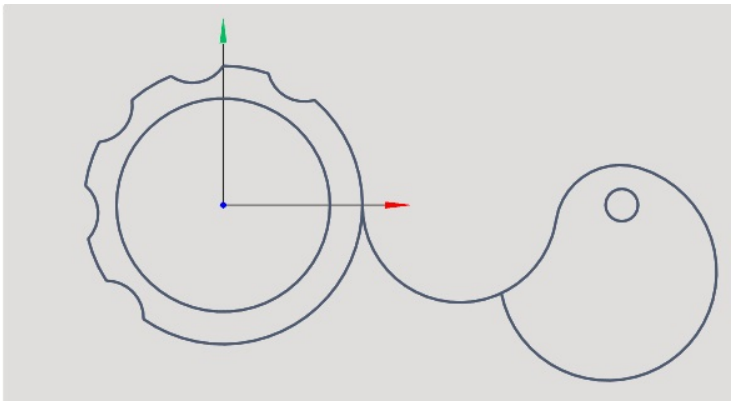
Check line type ☑



В результате получится следующее:

Trim

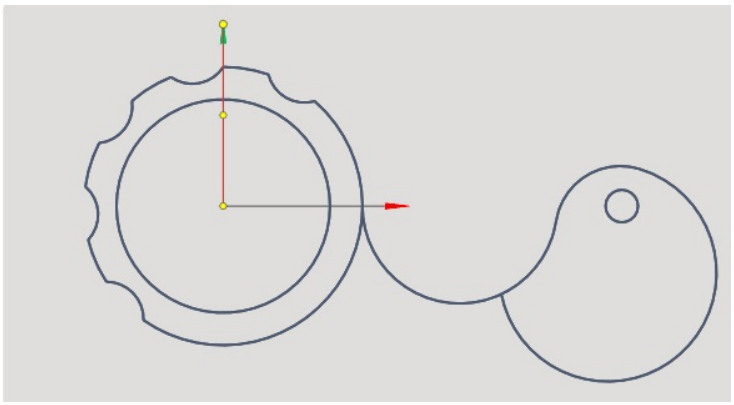
Check line type ☑



Строим вертикальный отрезок:

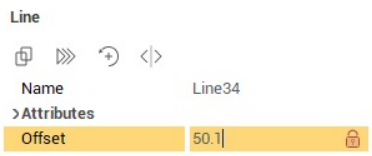
Line

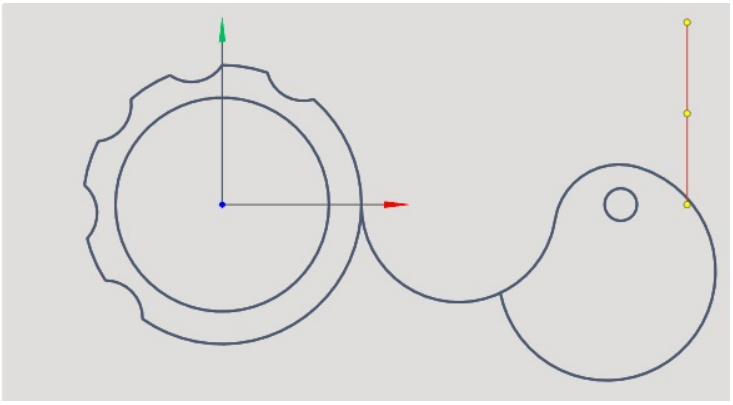
Name	Line33
Attributes	
P1	
X	0
Y	0
P2	
X	0
Y	19.6
Length	19.6
Angle	90°



© 2025 ООО СПРУТ Технология

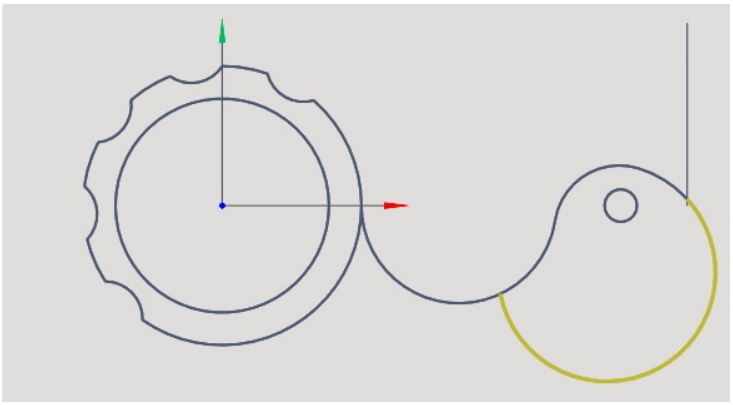
Включаем построение эквидистанты  и строим отрезок, параллельный к предыдущему на расстоянии 50.1:



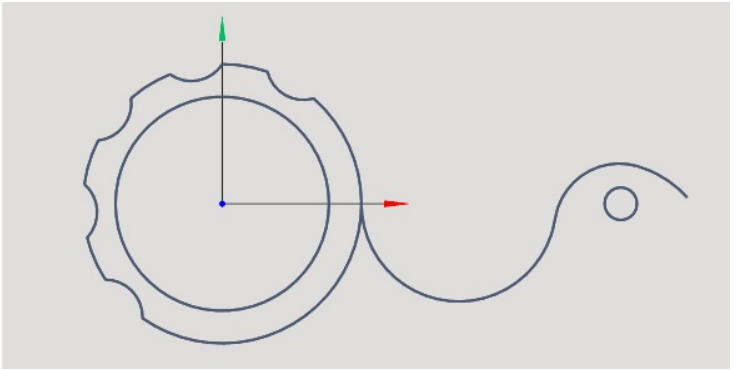


Включаем отсечение и удаляем лишнюю часть дуги, предварительно отключив в инспекторе поле <**Учитывать тип линии**>:

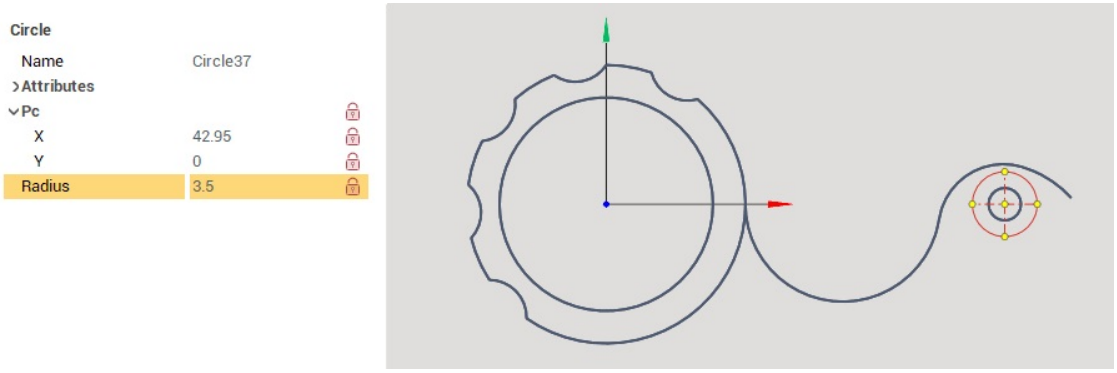




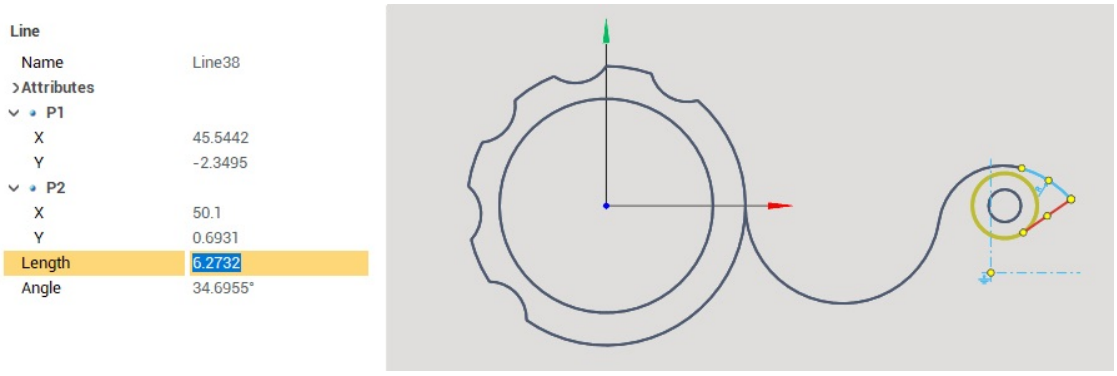
После чего удаляем и оба временных отрезка и имеем такой результат:



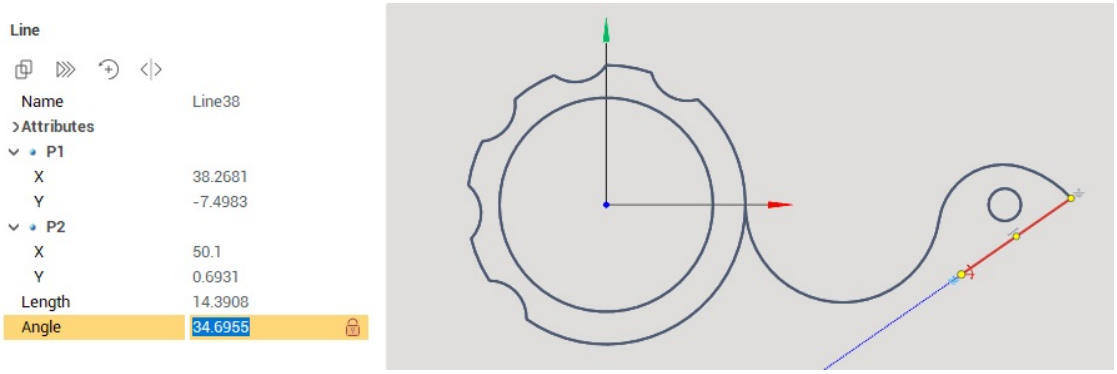
Теперь строим вспомогательную окружность с центром в координатах 42.95; 0 и диаметром 3.5:



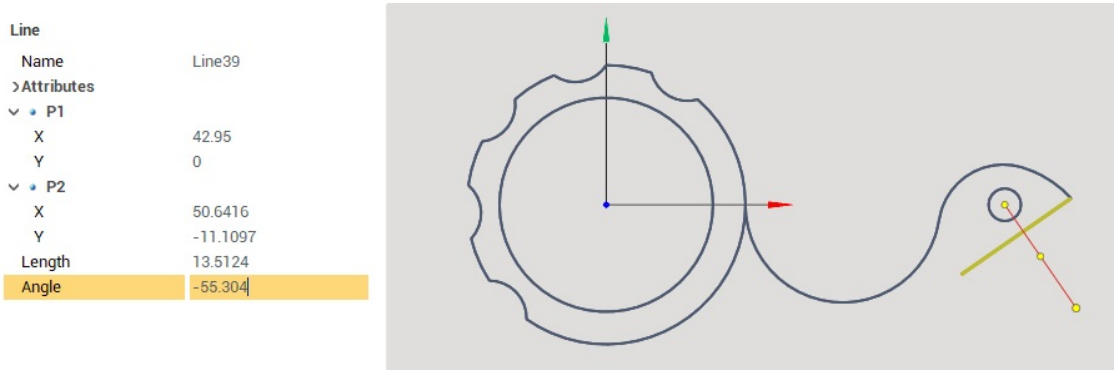
А потом отрезок касательный к этой окружности, нажав перед выбором [**Ctrl**] и соединяющейся с крайней дугой:



Удаляем вспомогательную окружность, выбираем полученный отрезок и фиксируем угол и удлиняем его:



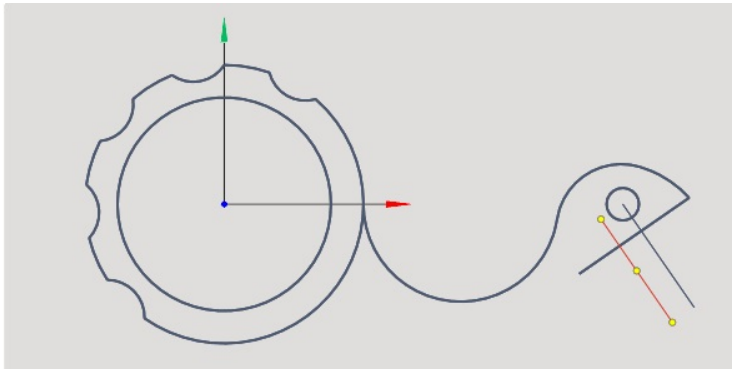
Далее строим ещё один вспомогательный отрезок с центром из малой окружности и перпендикулярный к полученному отрезку, для чего наводим курсор на отрезок с нажатым [**Ctrl**]:



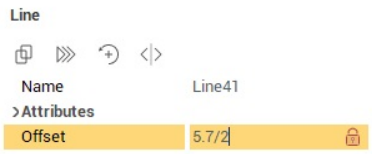
Включаем построение эквидистанты и строим отрезок на расстоянии 2.85 от него:

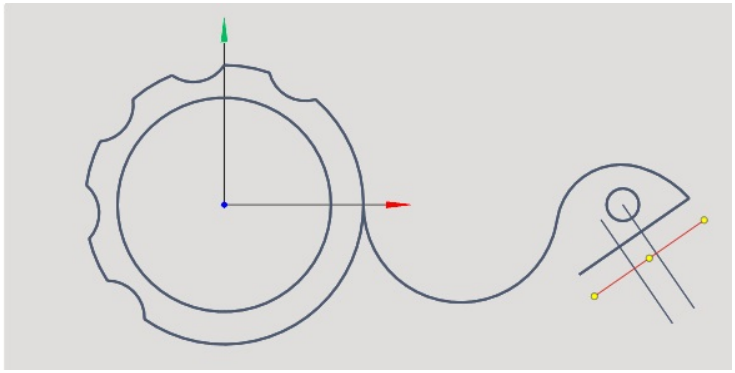
© 2025 ООО СПРУТ Технология



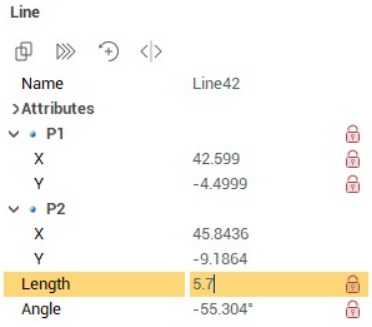


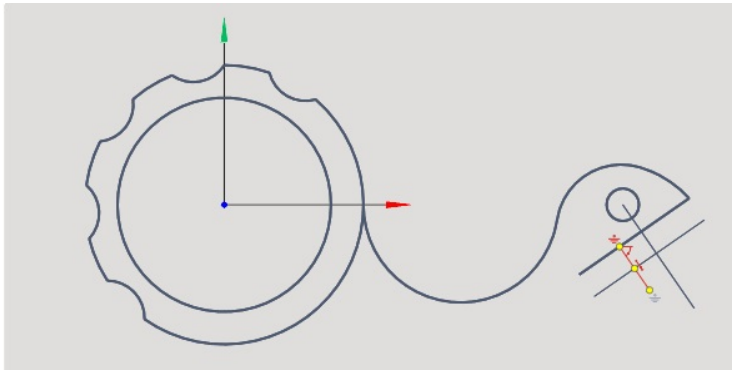
И ещё один на таком же расстоянии:



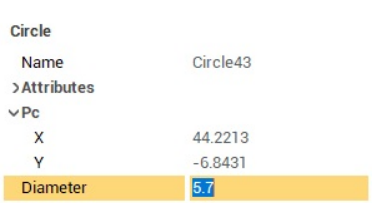


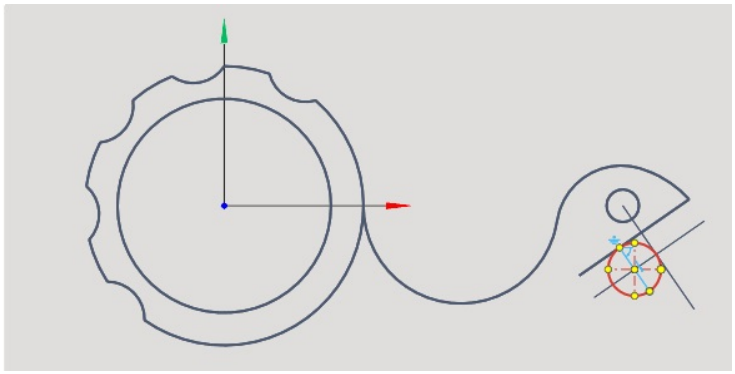
Корректируем предыдущий отрезок, предварительно зафиксировав угол таким образом, что бы он остался на своей линии и имел длину 5.7:



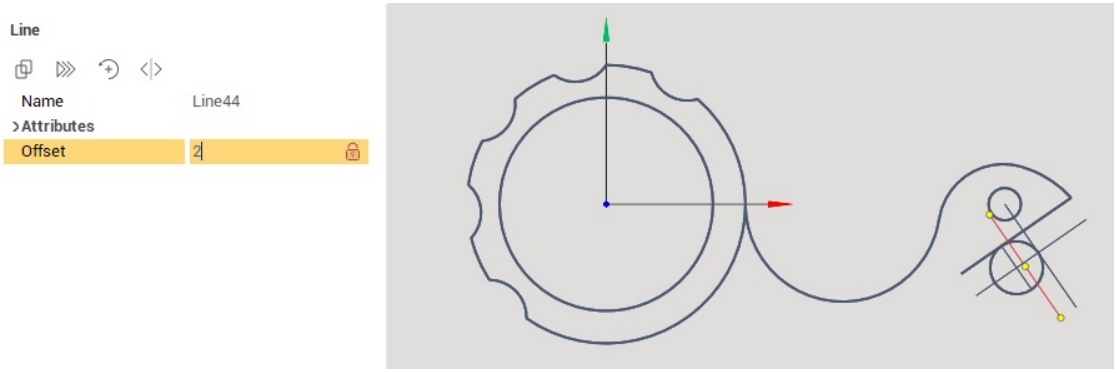


Строим окружность по полученному элементу:

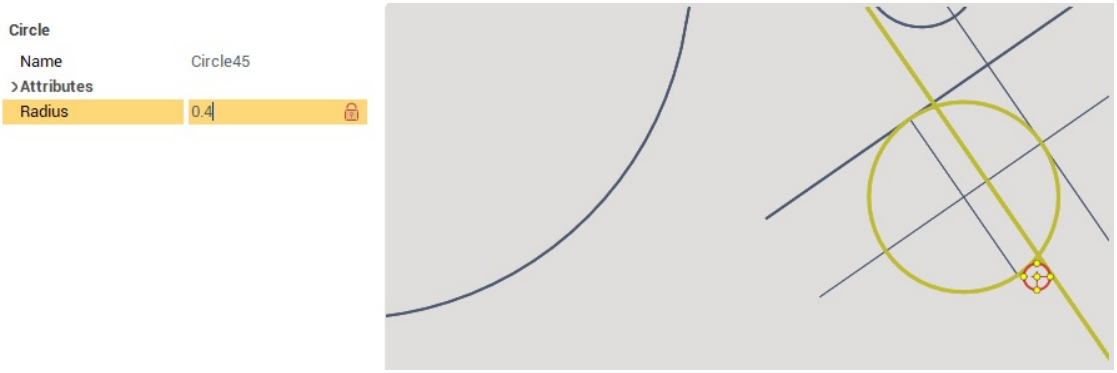




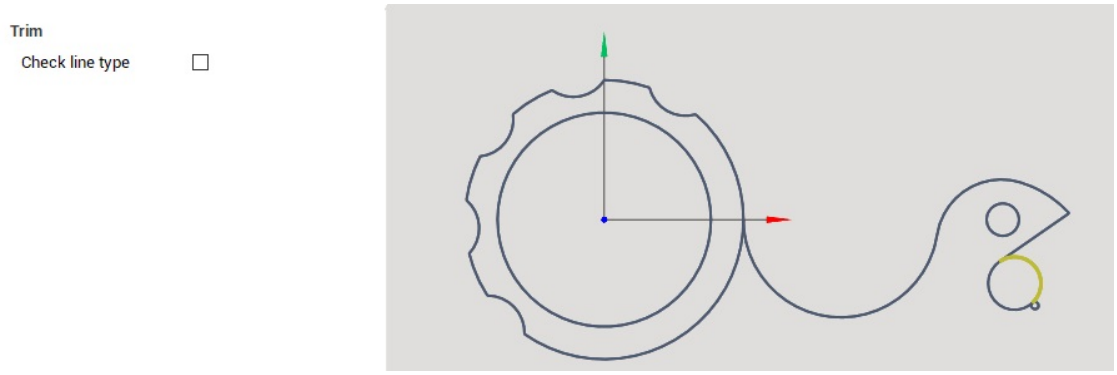
Строим ещё один эквидистантный отрезок:



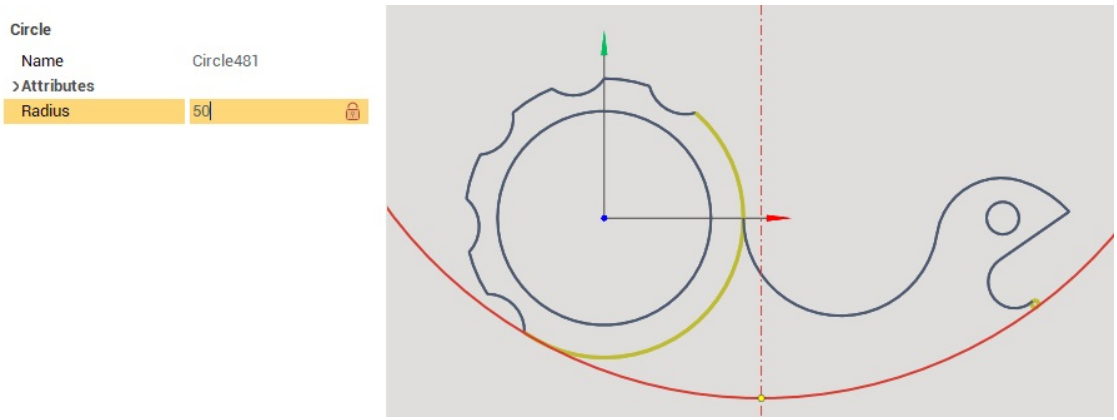
И окружность касательную к окружности и отрезку с радиусом 0.4:



Ненужные более вспомогательные элементы удаляем, лишнее отсекаем:

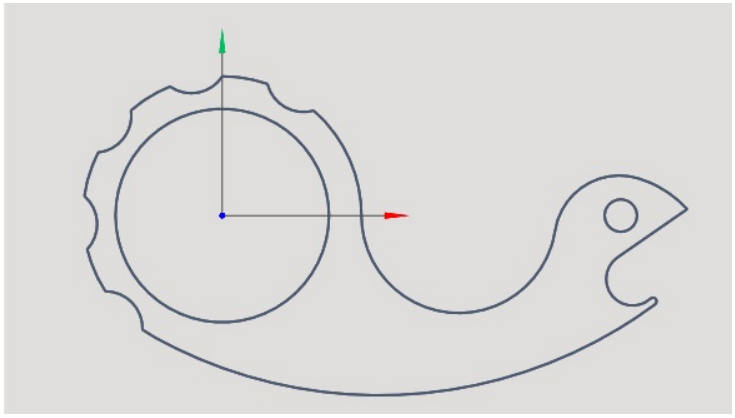


Строим ещё одну окружность, касательную к ранее построенным, с радиусом 50:



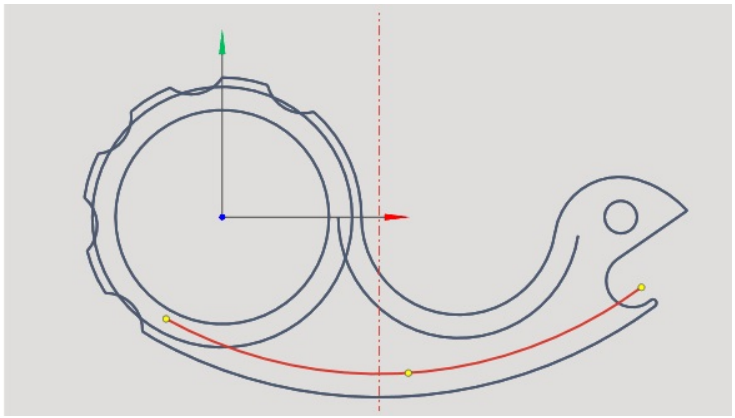
Отсекаем лишние участки окружностей и получаем требуемую фигуру:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

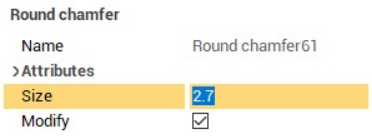


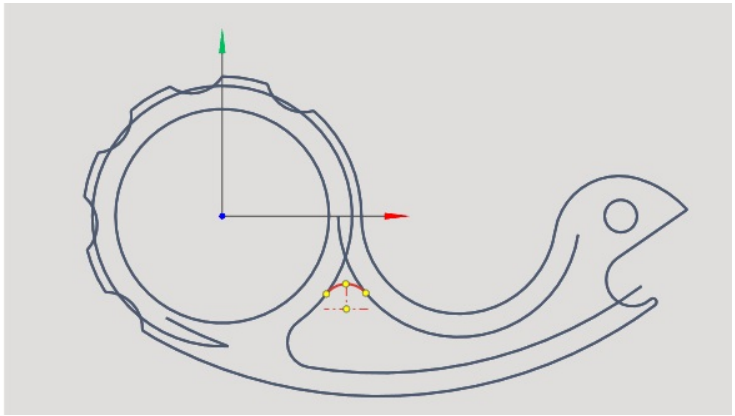
Для построения внутренней фигуры строим три эквидистантные дуги с расстоянием 2.5 от исходных:



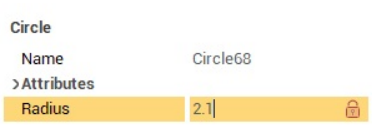


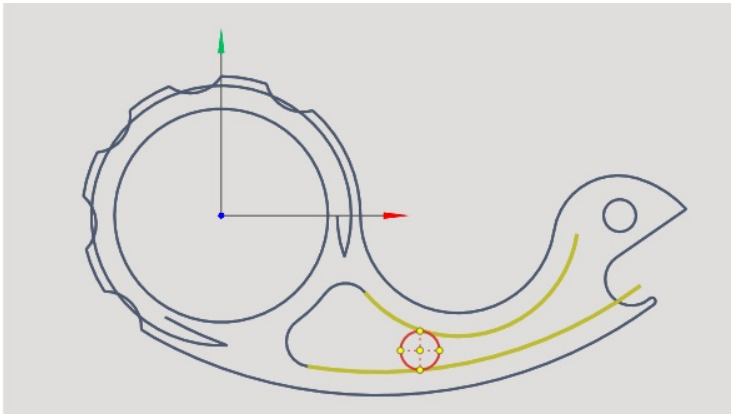
Включаем построение скругления  и указываем два элемента с размером 2.7:



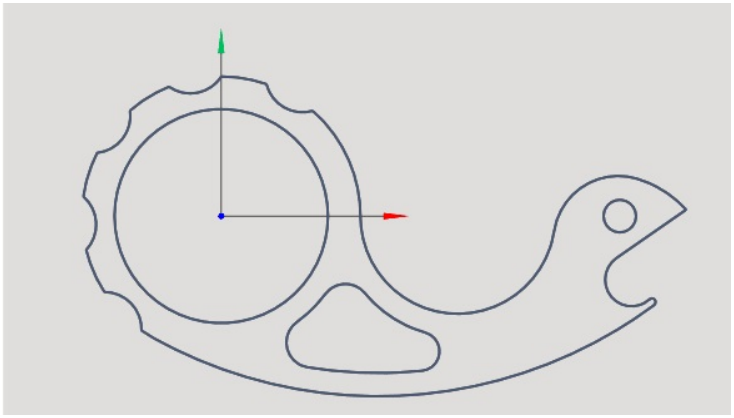


Последний элемент построим как окружность, касательную к двум дугам и радиусом 2.1:



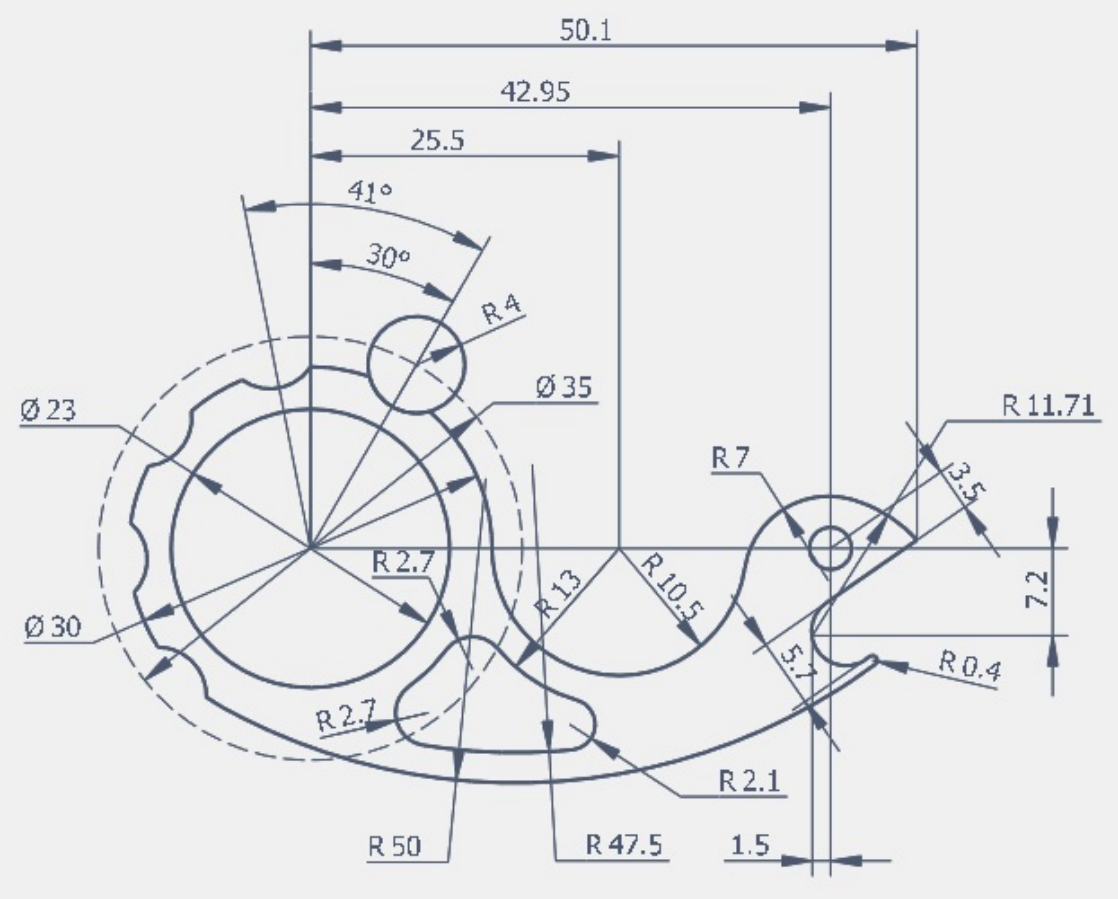


Удаляем обрезки элементов и отсекаем лишние части дуг, на этом построение закончено:



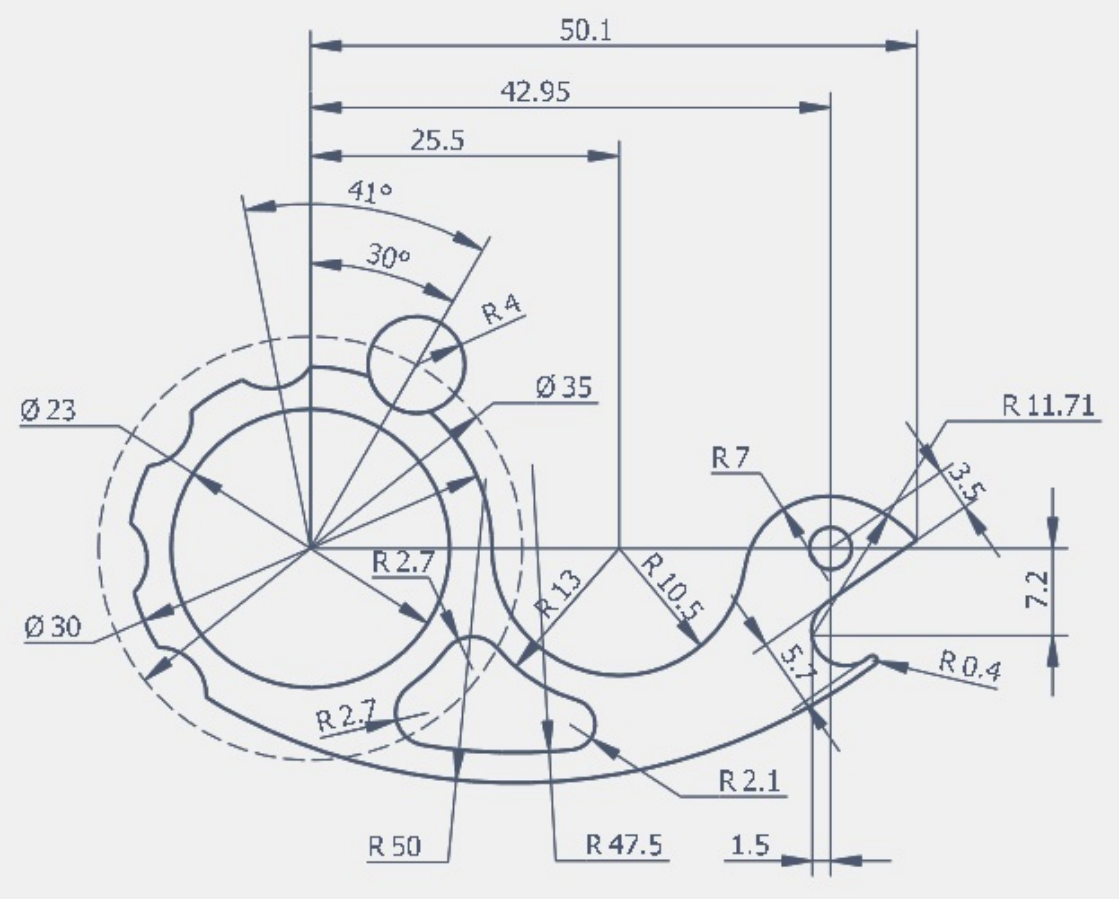
И наш чертёж после нанесения размеров:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



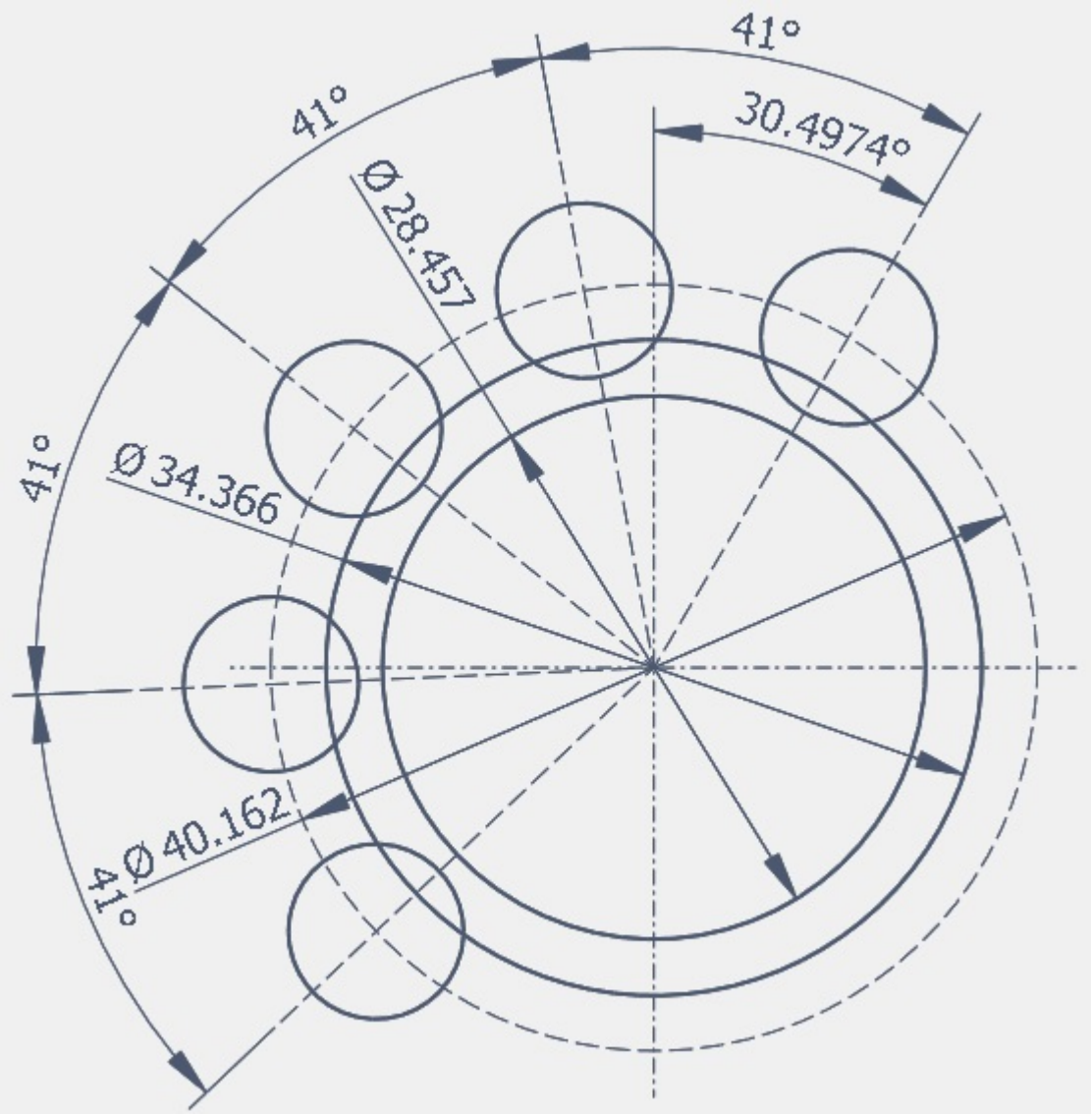
4.4.16 Пример построения чертежа с использованием ограничений

Для примера возьмём тот же чертёж, что и ранее:



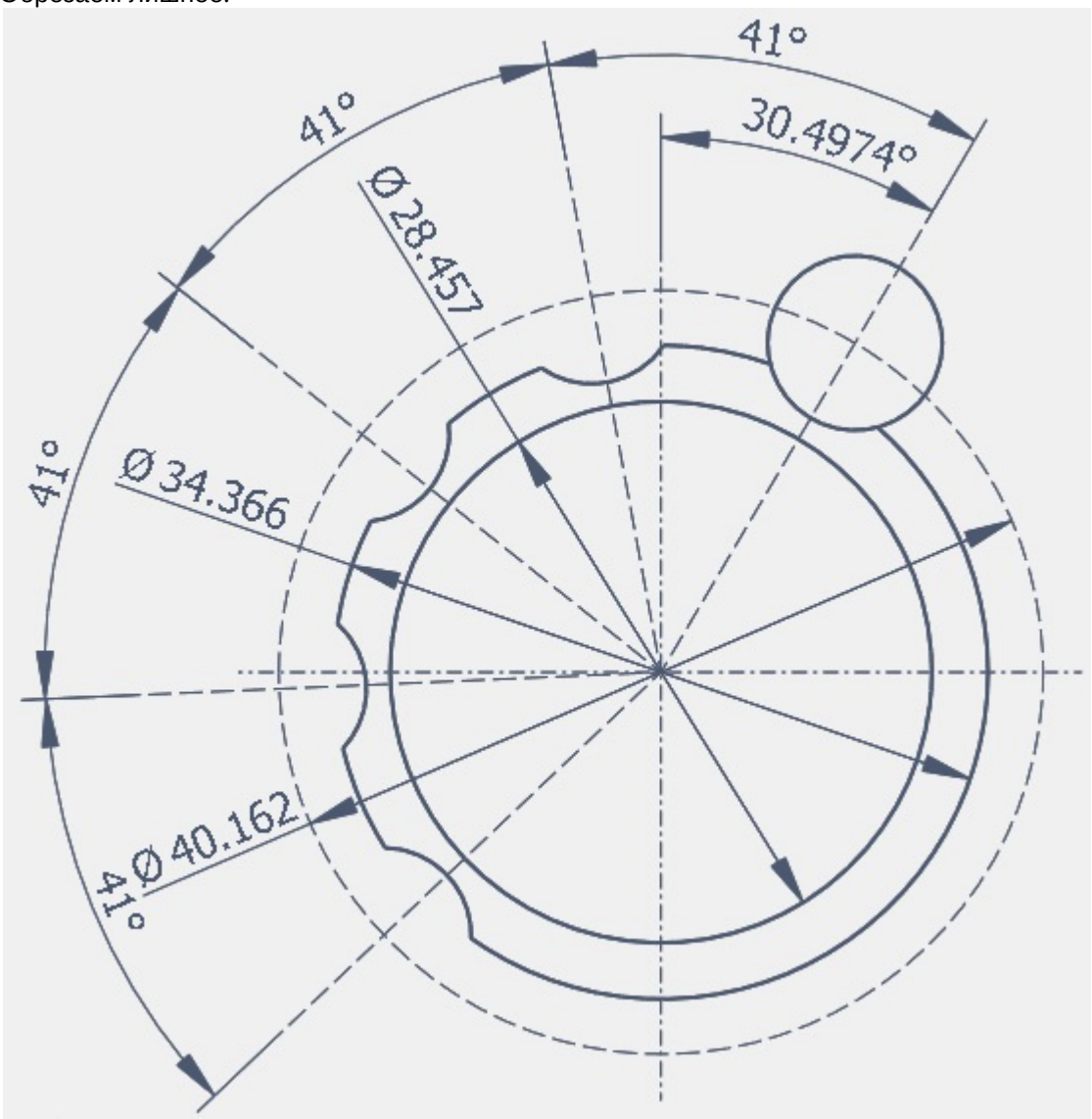
Для начала из точки 0,0 строим три окружности с произвольным радиусом, но более менее соблюдая масштаб. От центра проводим линию под произвольным углом для окружности R4. Размеры не соблюдаем — потом приведём их к указанным на чертеже. Строим окружность и поворачиваем с копированием на угол 41°, предварительно указав центр поворота в точке 0,0. Далее строим оси к полученным окружностям и расставляем угловые и радиальные размеры:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



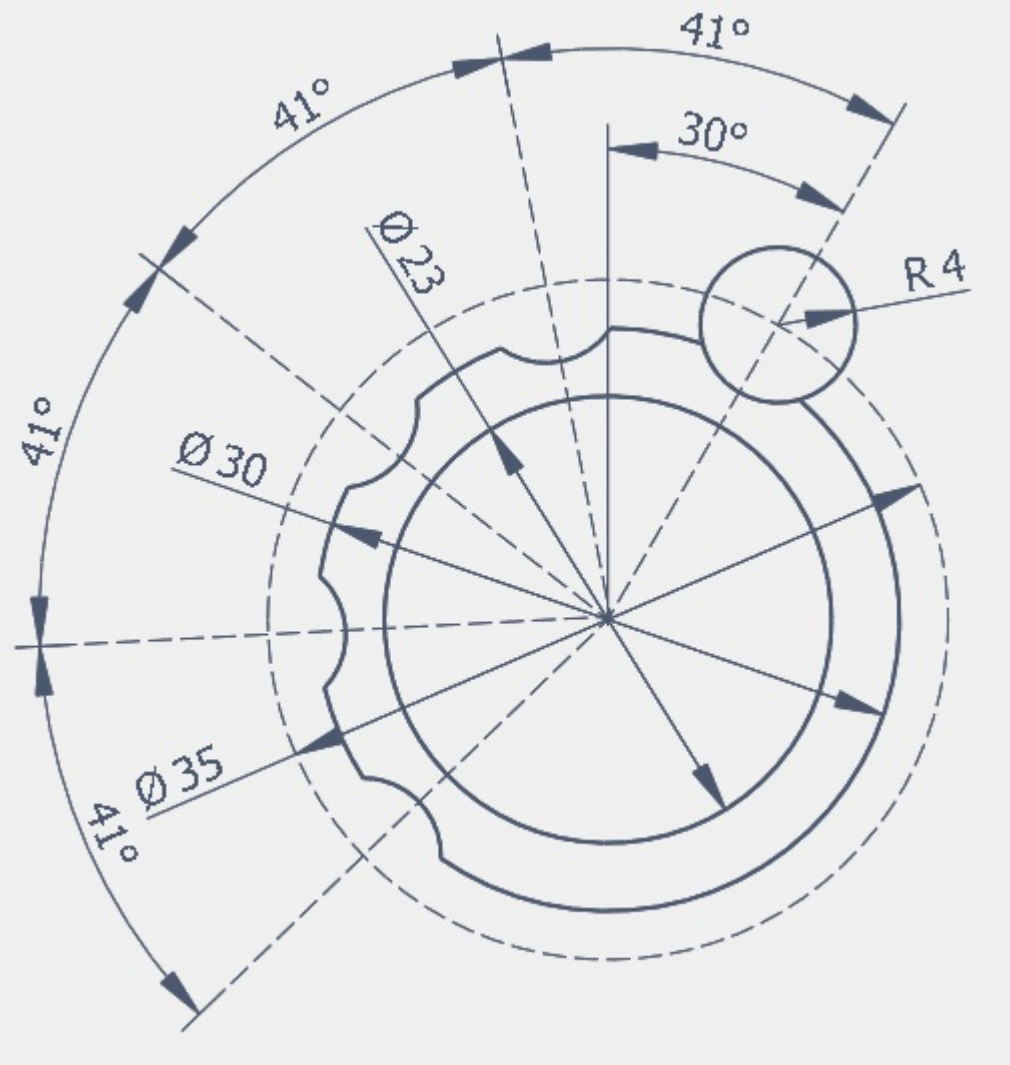
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Обрезаем лишнее:



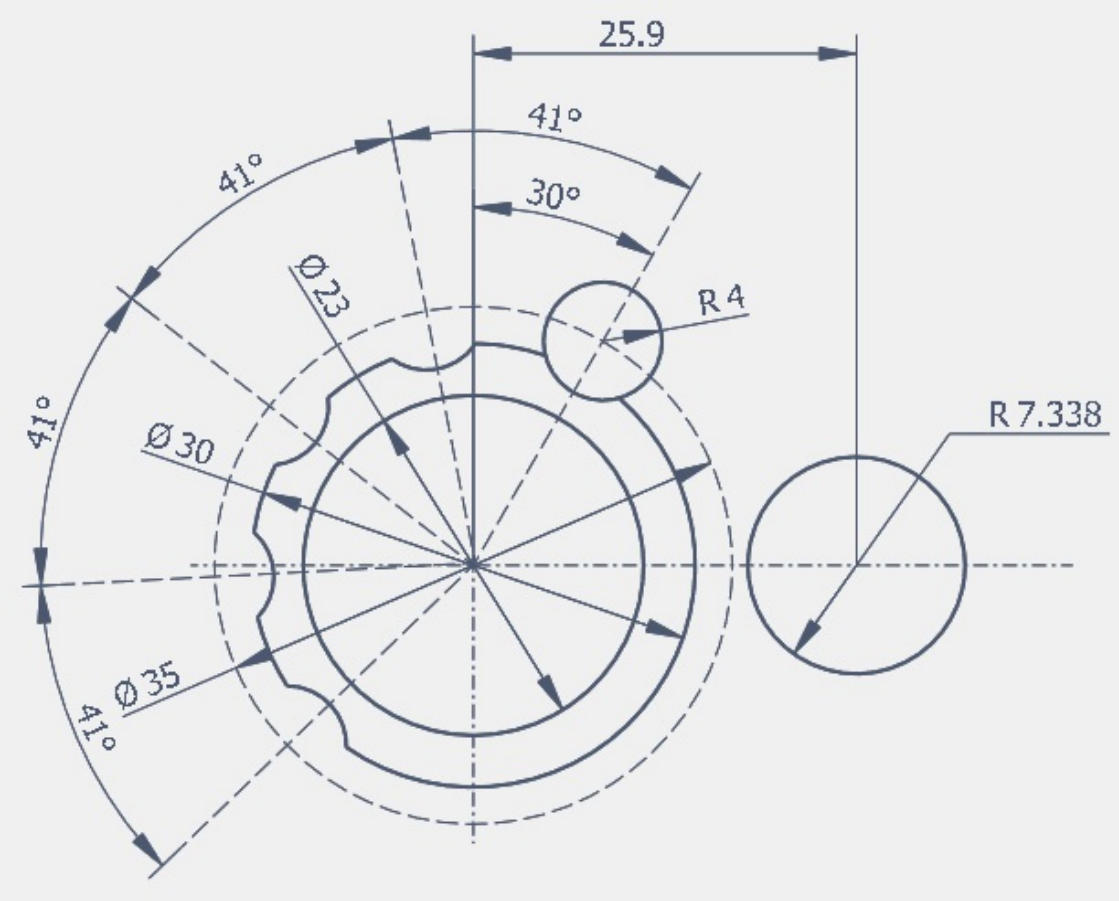
Теперь выделяем весь чертеж сочетанием клавиш [**Ctrl-A**] и меняем радиус окружности 4, следом изменяем угол 30. После этого фиксируем углы отрезков и угловых размеров 41°, после чего снова выделяем все элементы в блок и выставляем значения диаметров по чертежу:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

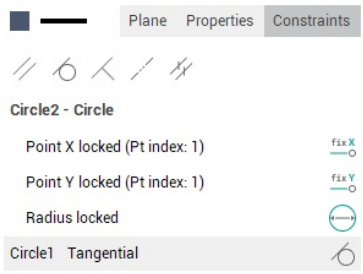


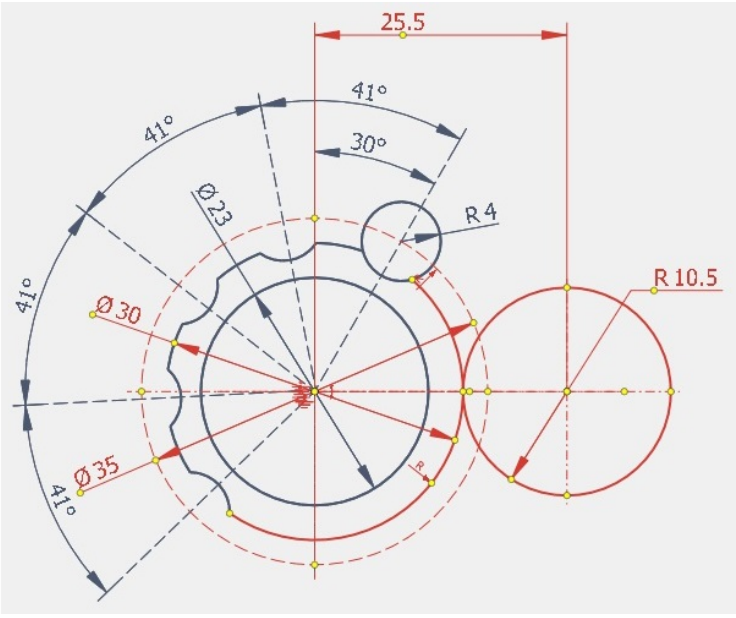
Фиксируем радиусы ранее построенных окружностей и полученных дуг. Далее продлеваем ось окружности вправо с запасом для дальнейших построений. Строим окружность с центром на полученной линии с запасом, лишнее потом обрежем и образмериваем:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Фиксируем центр дуги Ø30, выделяем группу элементов в блок, в блоке активизируем новую окружность. Далее в инспекторе во вкладке <**Constraints**> добавляем ограничение <**Касательно к окружности**> и указываем часть окружности Ø30, выставляем радиус по чертежу и фиксируем его:

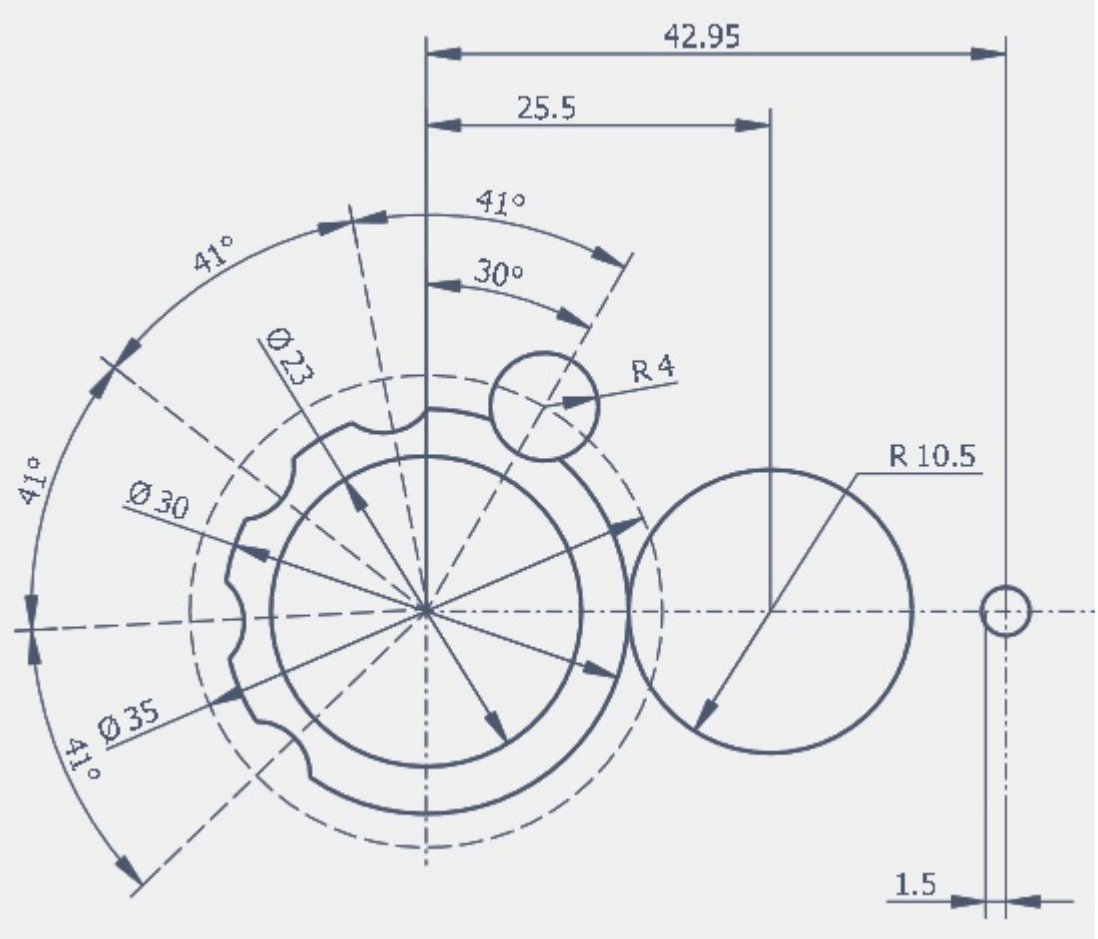




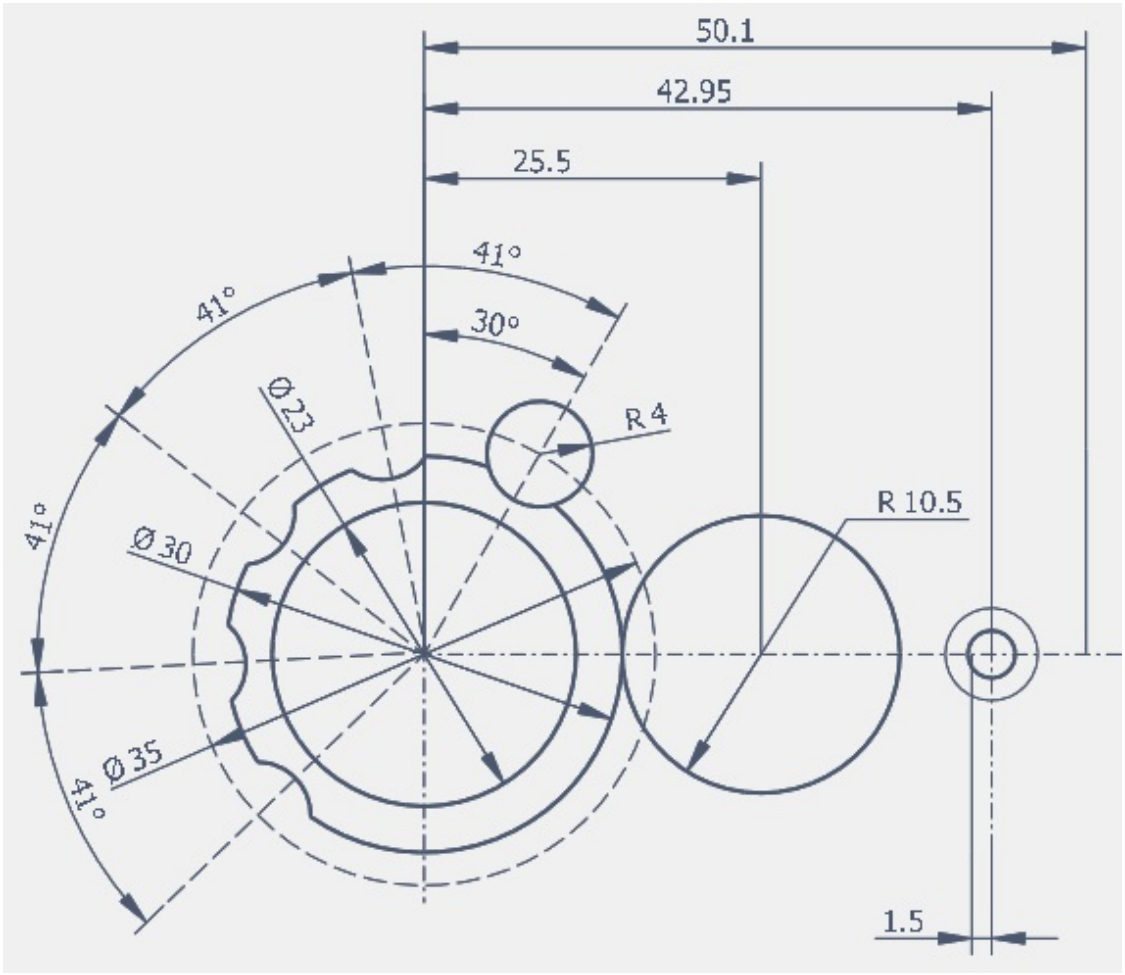
У полученной окружности можно зафиксировать её центр. Далее на оси строим маленькую окружность диаметром 3.5 и строим линейный размер из нулевой точки до её центра. В блоке выставляем по чертежу и фиксируем центр. Строим вертикальную ось

© 2025 ООО СПРУТ Технология

для окружности 3.5 и эквидистанту от этой оси на расстоянии 1.5 для построения точки внутри дуги с диаметром 5.7 и фиксируем её угол:

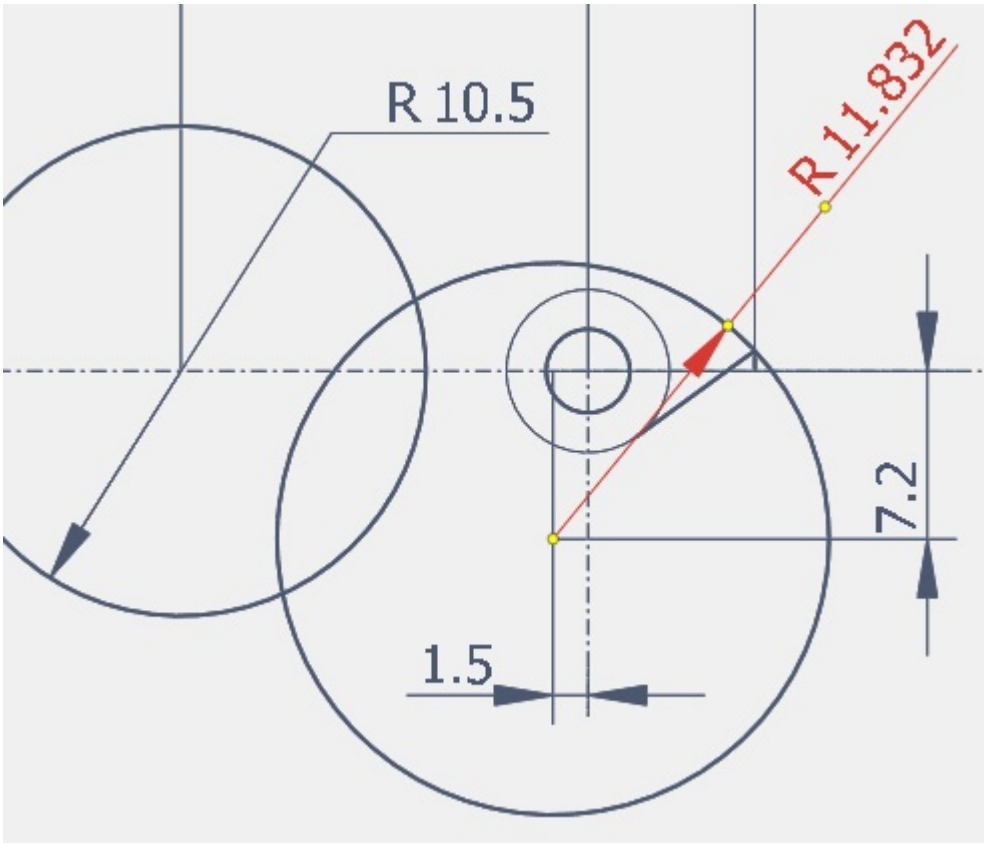


Теперь строим вспомогательную линию для размера 50.1 от нулевой точки, корректируем размер строим и вспомогательную окружность радиусом 3.5:

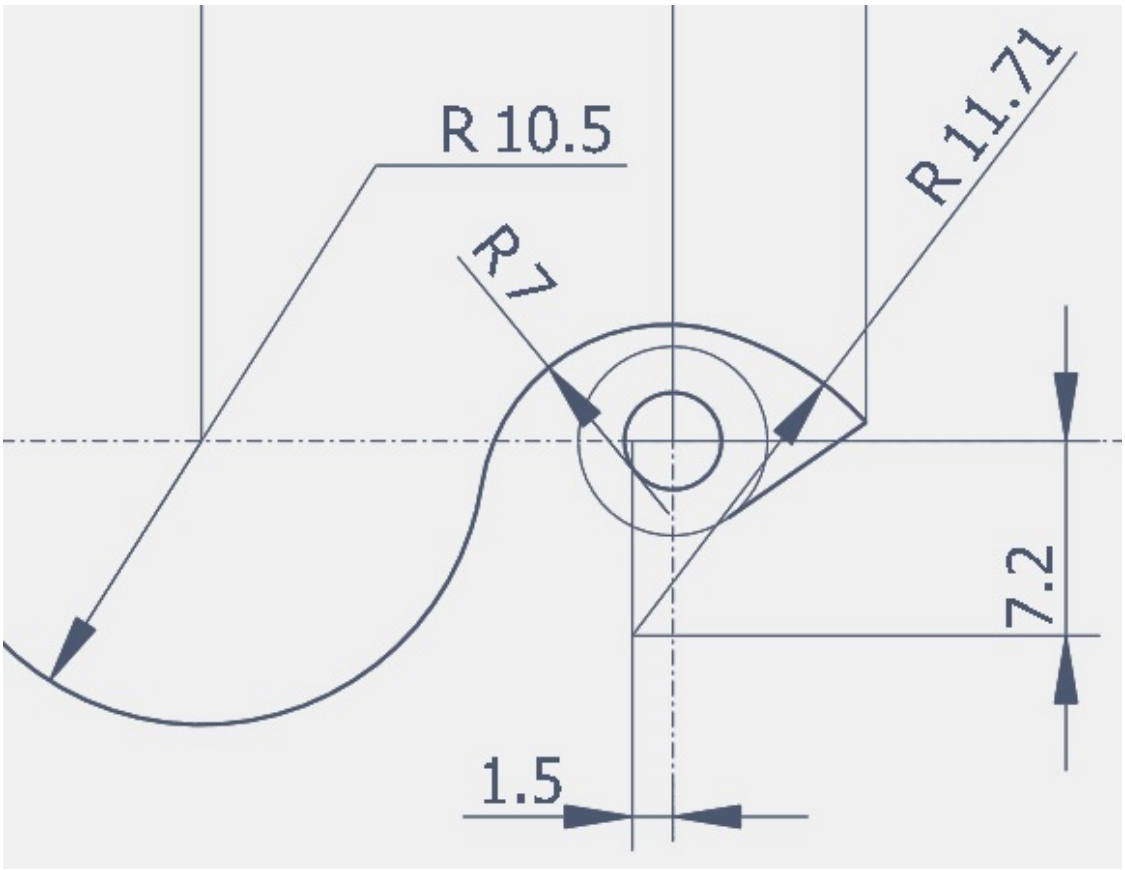


Строим вертикальный размер и в блоке ставим его в 7.2, предварительно закрепив верхнюю точку. Строим отрезок, касательный вспомогательной окружности с радиусом 3.5, что бы пересекал вспомогательный отрезок чуть выше оси. Обрезаем вспомогательный отрезок и строим окружность с центром в получившейся точке и проходящий через точку пересечения касательной и вертикали на 65.4. Образмериваем полученную окружность:

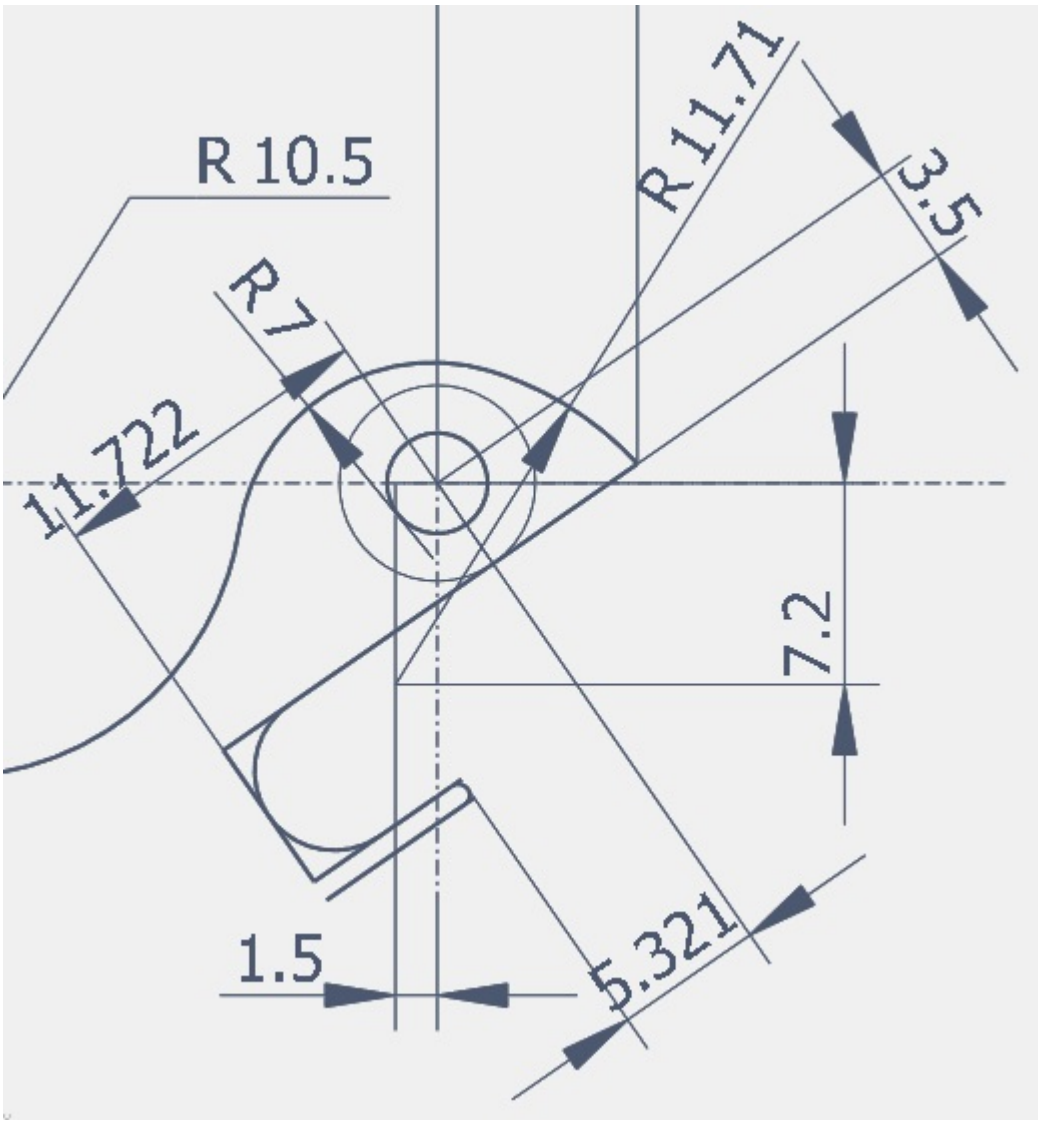
© 2025 ООО СПРУТ Технология



В блоке выставляем радиус 11.71, затем строим дугу с радиусом 7 касательную к окружностям R10.5 и R11.71, лишнее обрезаем.

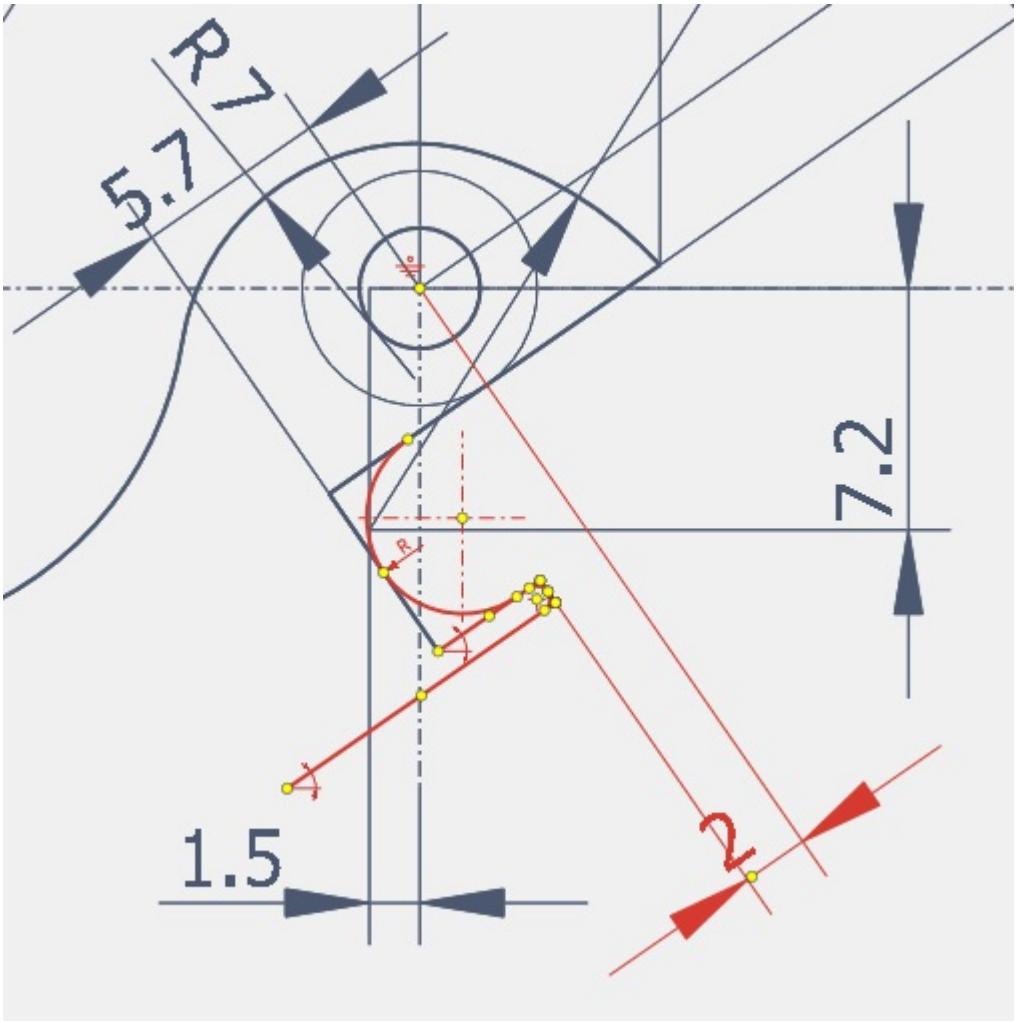


Для построения дуги R5.7 и R0.4 продлеваем наклонный отрезок и строим к нему эквидистанту на расстоянии 5.7, а от неё ещё одну на расстоянии 0.8, соединяем отрезком первые два и вписываем между ними дугу. Строим временный отрезок, проходящий через центр малой окружности и параллельный третьему отрезку, а от него эквидистанту и также вписываем малую дугу. Образмериваем полученные элементы, удаляем и отсекаем лишнее.

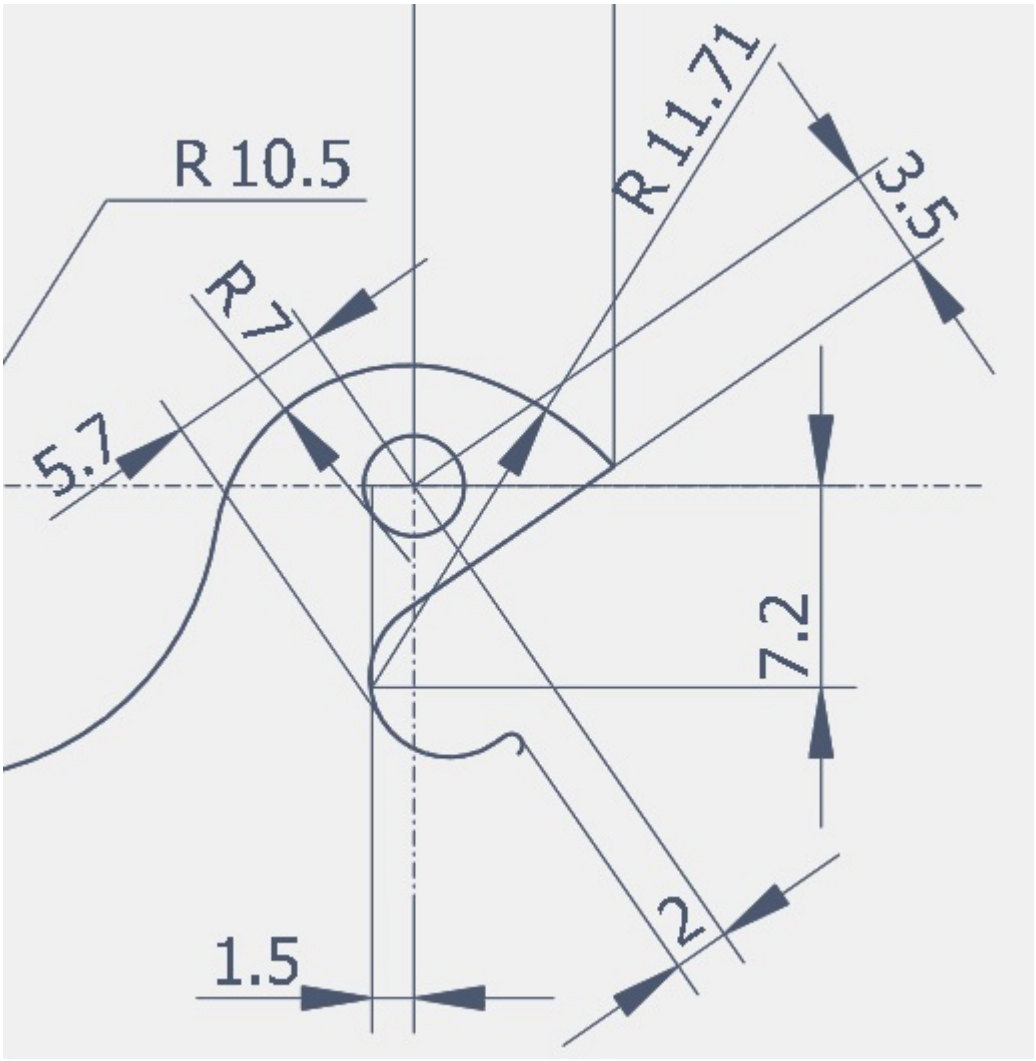


Фиксируем углы отрезков, и точки размеров, лежащих в центре окружности и в блоке меняем размеры на значения с чертежа.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

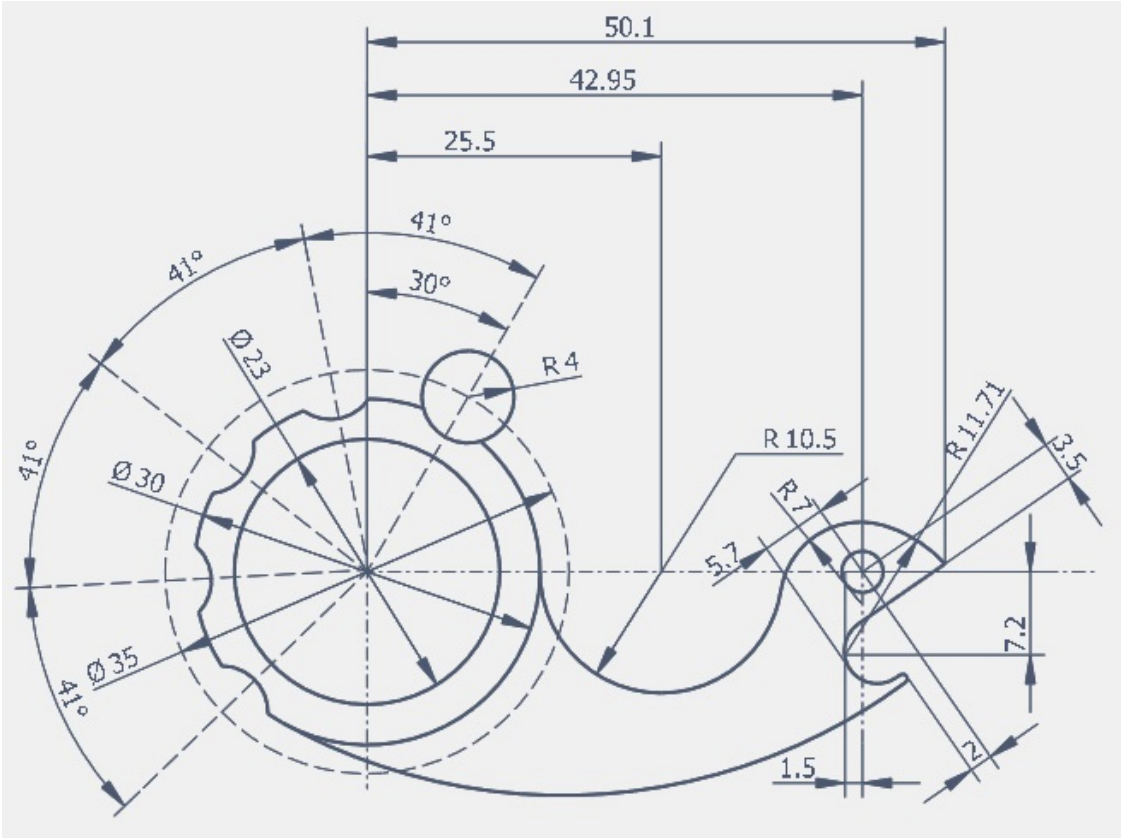


Лишнее отсекаем или меняем тип линии.

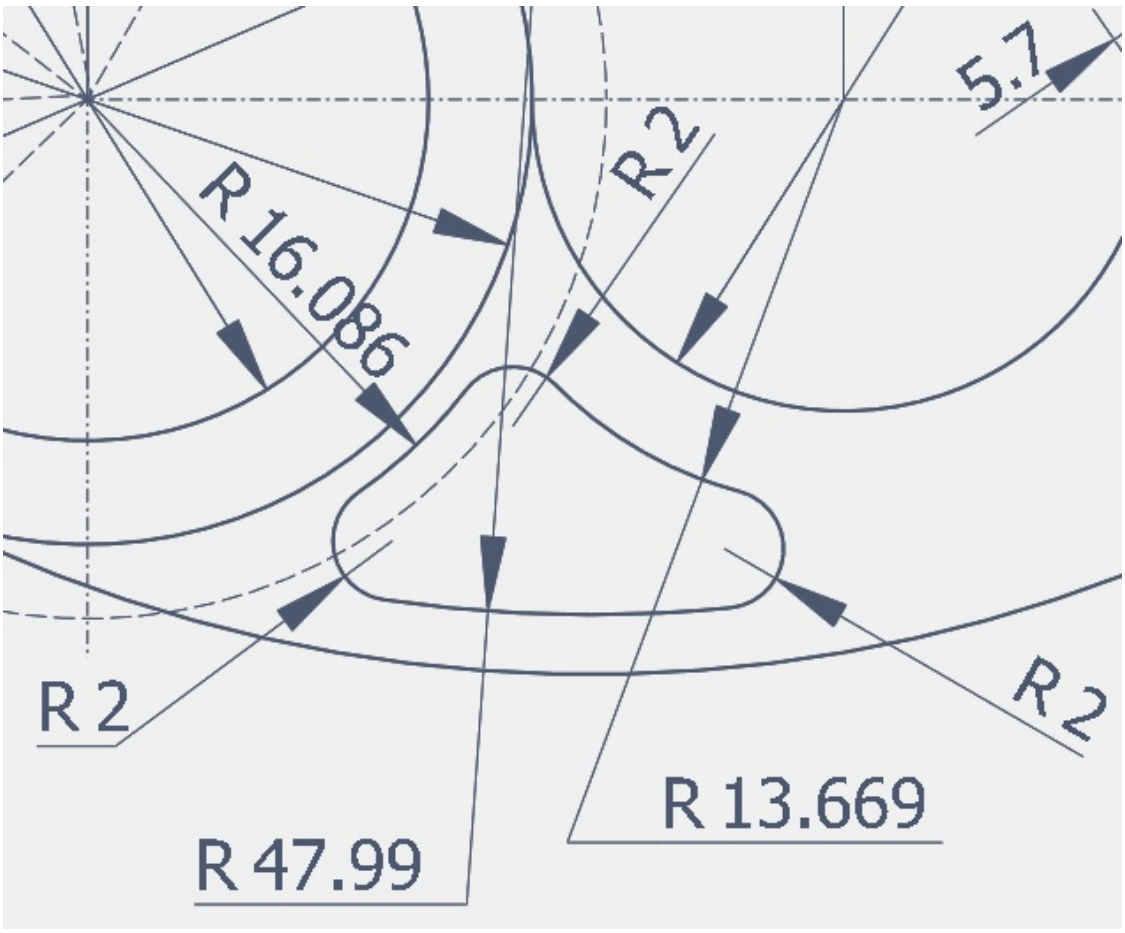


Сопрягаем дугу R0.4 и левую окружность с R30 дугой R50. Лишнее отсекаем от дуги R0.4

© 2025 ООО СПРУТ Технология

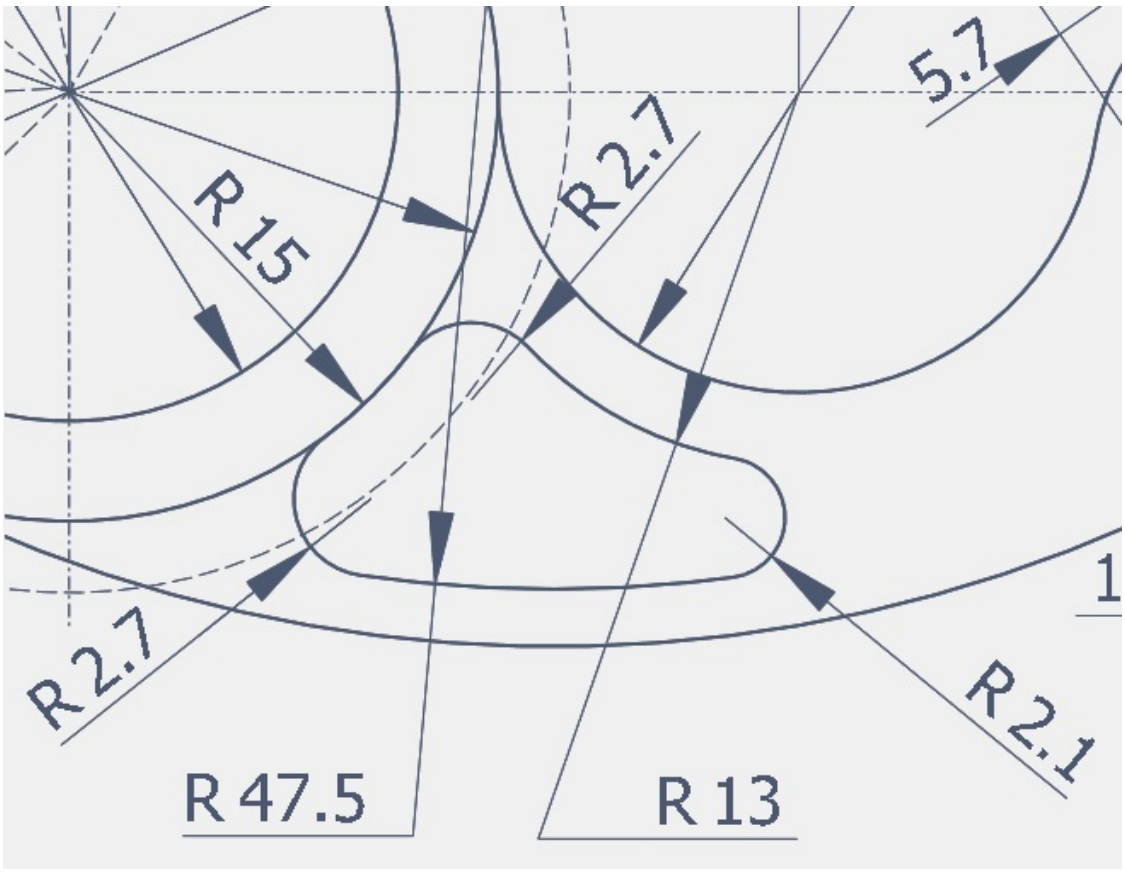


Теперь строим 3 дуги параллельно R50, R10.5 и R30, фиксируем центры и сопрягаем их дугами, проставляем размеры и отсекаем лишнее.

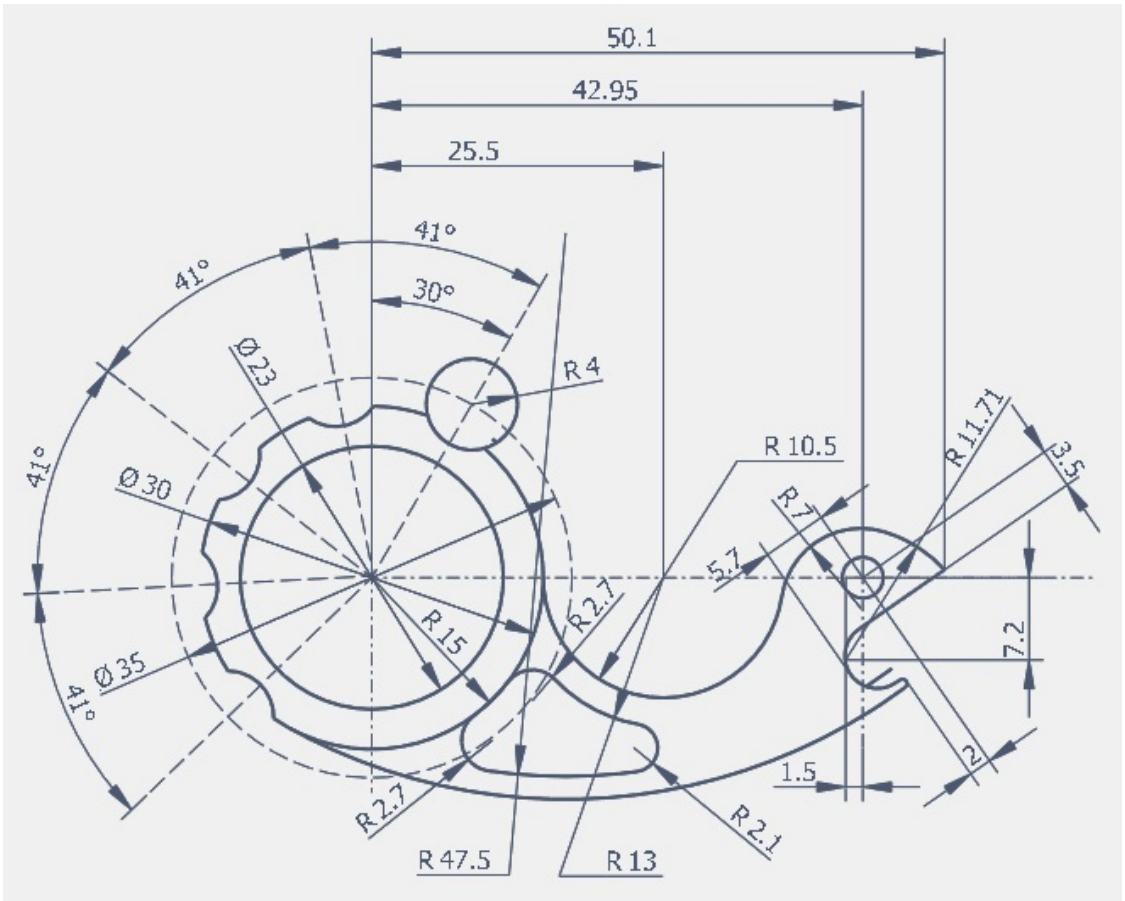


В блоке выставляем размеры по чертежу. Сначала выставляем радиусы для больших дуг и после каждой корректировки фиксируем радиус, далее выставляем радиусы скруглений:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

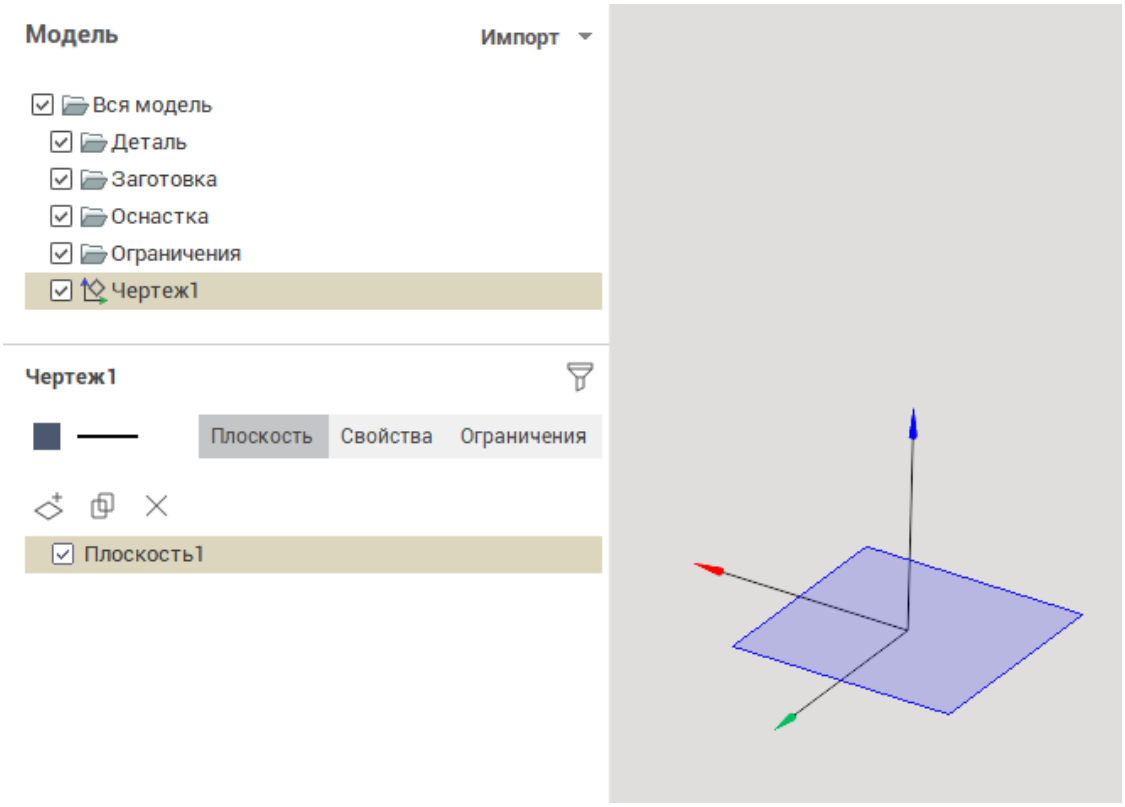


Таким образом мы получили требуемый чертёж.



4.4.17 Плоскости

Управление плоскостями осуществляется на соответствующей закладке:



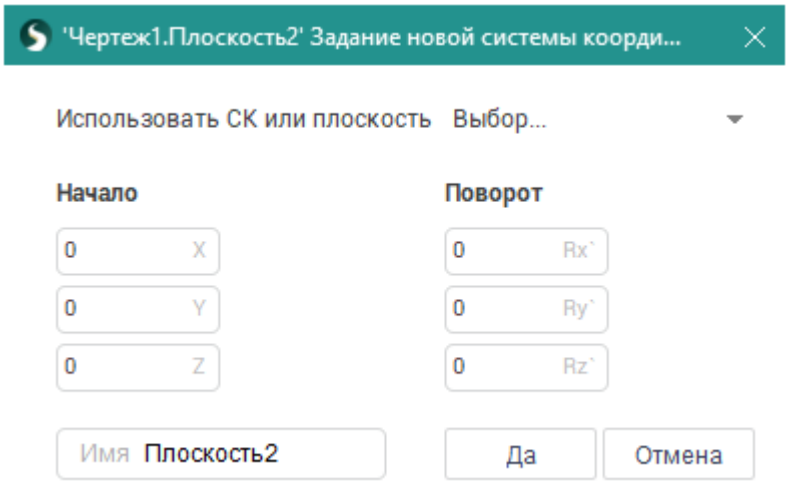
Здесь:

-  - создание новой плоскости,
-  - копирование текущей плоскости,
-  - удаление выбранной плоскости.

Для редактирования системы координат текущей плоскости надо дважды кликнуть по ней или выбрать пункт в контекстном меню.

Окно задания/редактирования плоскости:

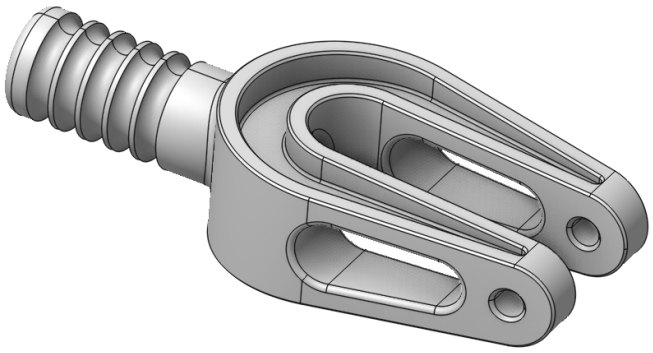
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Задание плоскости осуществляется заданием точки начала координат и поворотом относительно координатных осей.

Далее все новые объекты будут создаваться в текущей плоскости. Привязка к объектам в другой плоскости не осуществляется.

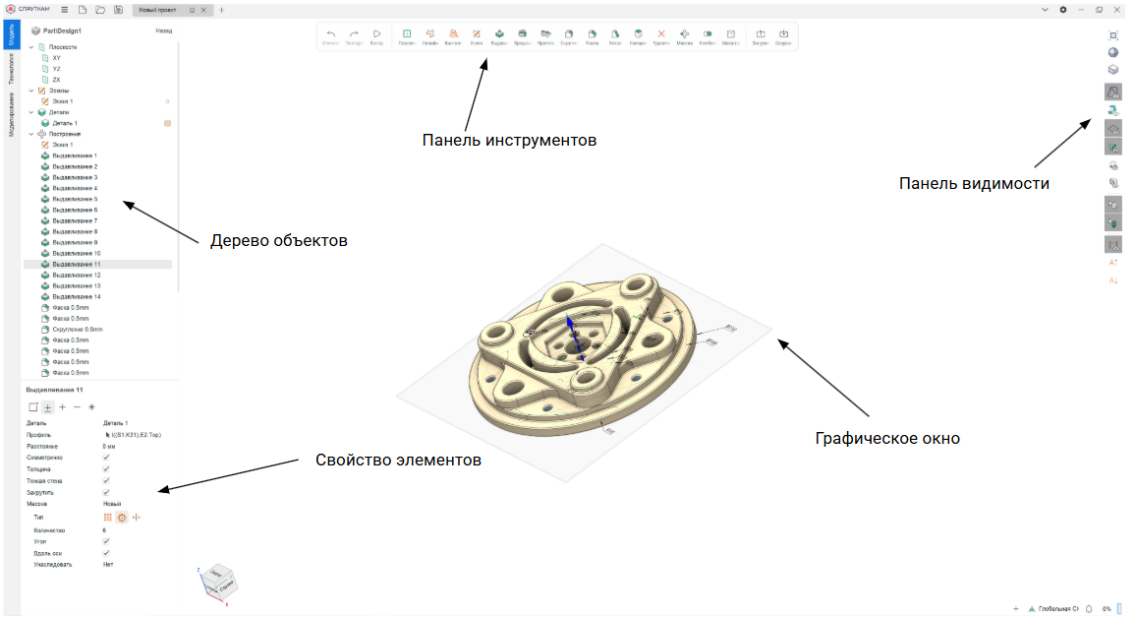
4.5 Модель (3D геометрия)



4.5.1 **Область применения:**

Интегрированный модуль моделирования позволяет создавать как 2D-чертежи, так и 3D-модели на их основе. В CAM-системе этот модуль используется для разработки простых моделей, предназначенных для использования в качестве оснастки, заготовок или обрабатываемых деталей.

4.5.2 Главное окно



4.5.2.1 Область применения:

Содержание элементов главного окна зависит от выбранного 2D- или 3D-режима работы.

Главное окно состоит из дерева объектов, панели инструментов, свойств элементов и панели видимости.

Дерево объектов.

Дерево объектов отображает хронологическую последовательность операций, выполненных для создания 3D-модели. Важно отметить, что дерево объектов строго последовательное. Поэтому невозможно создать два непересекающихся выдавливания в рамках одного тела — система потребует создать новое тело.

Дерево состоит из трёх базовых плоскостей, эскизов, тел и операций.

Эскизы. Определяет чертёж в дереве построения.

Нажмите здесь, чтобы развернуть…

Плоскости создаются с помощью контекстного меню (при нажатии правой или левой кнопки мыши на поверхности или плоскости). Его содержимое меняется в зависимости от выбранного элемента.



Затем необходимо нажать на кнопку **Эскиз**.



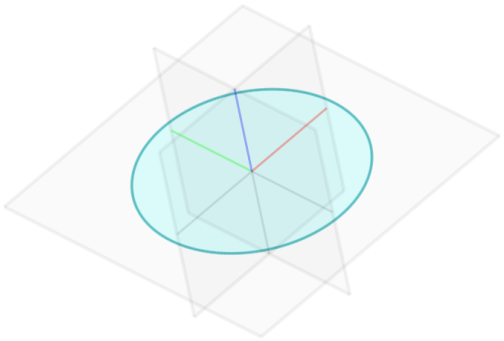
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Методы определения плоскости описаны в другой главе. Узнать больше(see page 359)

Рядом с каждым эскизом в дереве построения находится переключатель видимости, который позволяет показывать или скрывать эскиз в 3D-режиме.



Если контур является замкнутым, система выделяет его, сигнализируя о том, что можно выполнить булеву операцию.



Если контур не выделяется для выдавливания, проверьте:

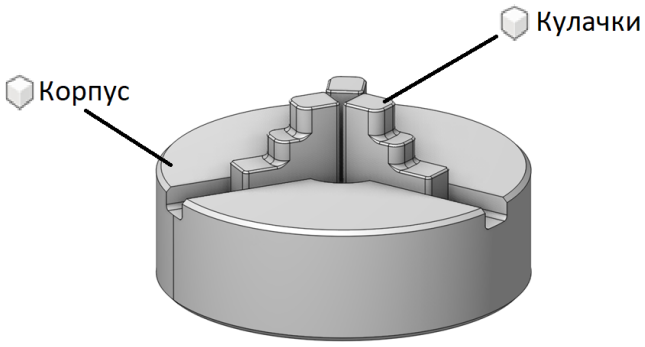
- видимость эскиза в дереве построения
- замкнутость контура

Кривые. Они представляют собой пространственные кривые (спираль, сплайн). Узнать больше(see page 359)

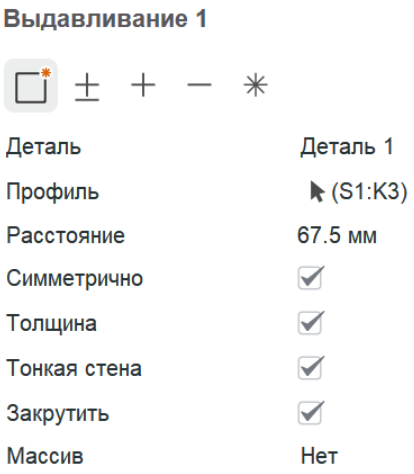
Детали. Конструкция может состоять из нескольких деталей (по умолчанию — одна). Это позволяет создавать сборки из отдельных деталей. Это необходимо для создания сборок (например, трёхкулачковый патрон состоит из кулачков и корпуса). Узнать больше(see page 694)

Нажмите здесь, чтобы развернуть…

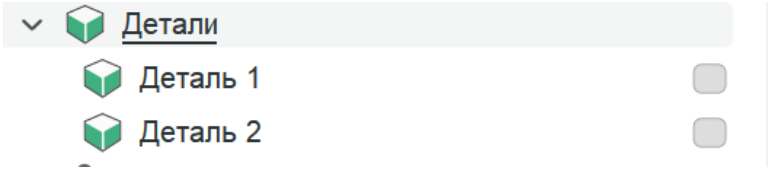
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Кнопка **Создать деталь** расположена на панели **Свойства элемента** при выполнении команды **Выдавливание**.



Чтобы в дереве появились две детали, нужно создать как минимум два эскиза и выполнить операцию **Выдавливания** для каждого из них.



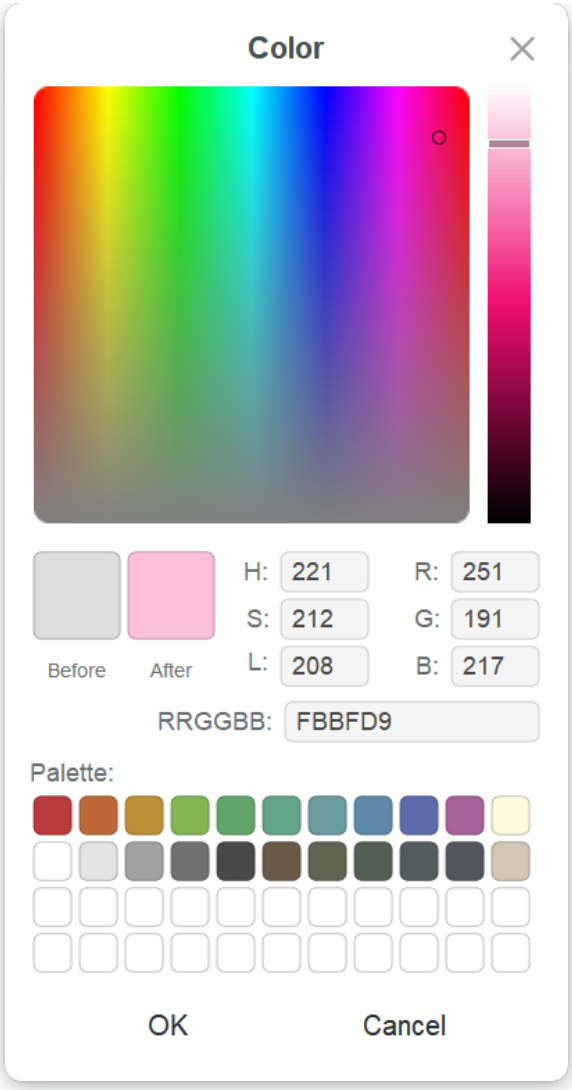
Видимость детали управляется с помощью щелчка по её значку (иконке) в дереве построения.



Вы также можете изменить цвет модели.



© 2025 ООО СПРУТ Технология



Построения. Содержит различные элементы (эскизы, операции выдавливания и другие).

Панель инструментов.

Это панель инструментов для 2D (Узнать больше(see page 339)) или 3D (Узнать больше(see page 359)) режима. Содержимое панели инструментов меняется в зависимости от выбранного режима.

Свойство элементов.

Эта панель позволяет изменять свойства элементов.

Панель видимости.

Эта панель позволяет управлять видимостью различных элементов (таких как станок, плоскости, эскизы и другие).

Нажмите здесь, чтобы развернуть…

Показать 3D-модель. Определяет видимость 3D-моделей, не участвующих в проектировании модели.

Показать станок. Определяет видимость модели оборудования.

Плоскости. Определяет видимость всех плоскостей.

Эскизы. Определяет видимость всех эскизов.

Плоскость пола. Определяет видимость пола.

Плоскость сечения. Включает (или отключает) специальный режим отображения внутренней структуры объекта. Узнать больше(see page 103)

Ребра. Позволяет выбирать кромки модели.

Построения. Позволяет выбирать элементы модели.

Размеры. Определяет видимость всех размеров.

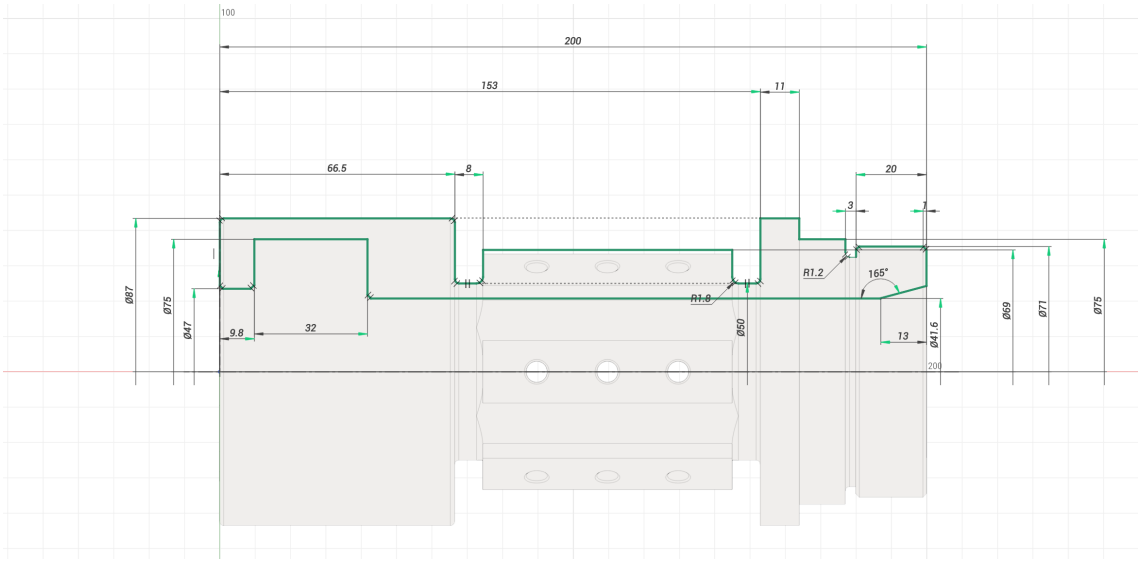
Увеличить шрифт PMI. Увеличивает размер размеров.

Уменьшить шрифт PMI. Уменьшает размер размеров.

Графическое окно.

Это главное окно, в котором отображается чертёж, модель или сборка.

4.5.3 Проектирование в 2D-режиме



4.5.3.1 **Область применения:**

Этот режим позволяет создавать чертежи.

Определение плоскостей для создания чертежей было рассмотрено другой главе. See more(see page 359)

Панель инструментов / Свойства элементов

Нажмите здесь, чтобы развернуть…

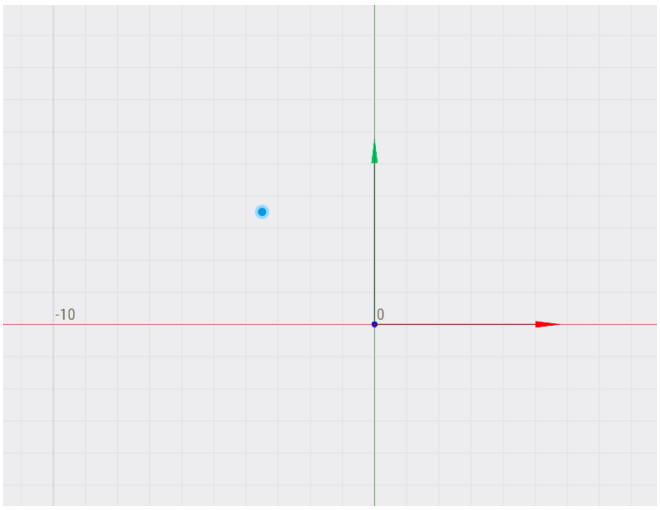
Отменить. Отменяет последнее действие.

Повторить. Возвращает отменённое действие.

Эскиз. Позволяет выйти из режима создания чертежа или создать новый чертёж.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Точка. Добавляет точки в эскиз.



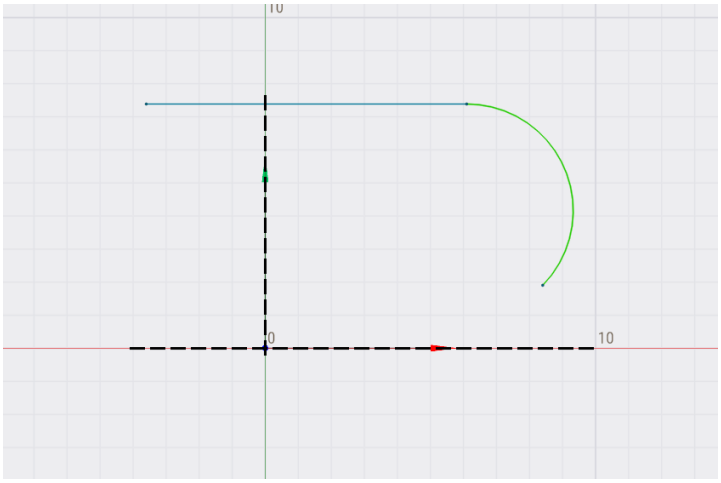
Координаты. Введите координаты точки, разделяя их пробелом.

Разбить контур. Позволяет разделить кривую на две части.

Горячие клавиши:

Правая кнопка мыши: Выход.

Контур. Создаёт контур с помощью линий и дуг. Кликайте для добавления следующей линии или касательной дуги.



Координаты. Введите координаты точки, разделяя их пробелом.

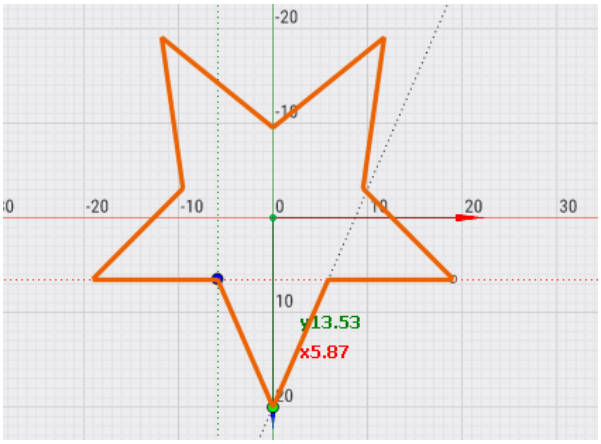
Нажмите здесь, чтобы развернуть…

Вы можете использовать звезду в качестве примера.

1. Скопируйте эту таблицу в буфер обмена
2. Введите данные в соответствующее поле
3. Нажмите клавишу Enter

0	20

5,87	6,47
19,02	6,47
9,51	-3,09
11,75	-19,02
0	-9,51
-11,75	-19,02
-9,51	-3,09
-19,02	6,47
-5,87	6,47



Горячие клавиши:

Пробел. Нажмите пробел для переключения между рисованием линий и дуг.

Shift. Удерживайте Shift и щёлкните по дуге или окружности, чтобы линия стала касательной к ней.

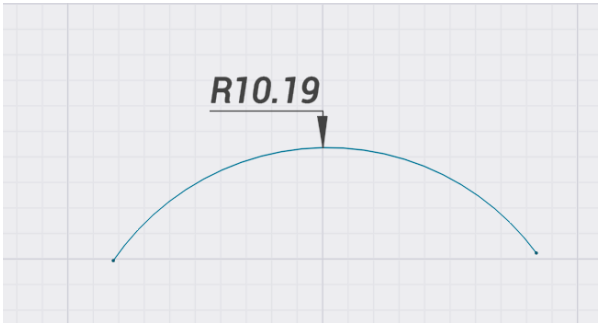
Обрезать контур. Удерживайте левую кнопку мыши и перетаскивайте для удаления части контура.

Правая кнопка мыши: Выход.

Дуга по двум точкам. Создаёт дугу, соединяющую две точки.

1. Укажите первую точку дуги.
2. Укажите вторую точку дуги.
3. Либо щёлкните по третьей точке на дуге, либо введите значение радиуса в поле «Радиус».

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Радиус. Определяет радиус между двумя точками.

Начальная точка. Позволяет задать точку по координатам.

Конечная точка. Позволяет задать точку по координатам.

Горячие клавиши:

Shift: Удерживайте Shift и щёлкните по дуге или линии, чтобы сделать дугу касательной к ним.

Правая кнопка мыши: Выход.

Дуга из центра. Создаёт дугу, начиная с центральной точки.

i. Укажите центральную точку дуги.
ii. Укажите первую точку дуги.
iii. Укажите вторую точку дуги.



Горячие клавиши:

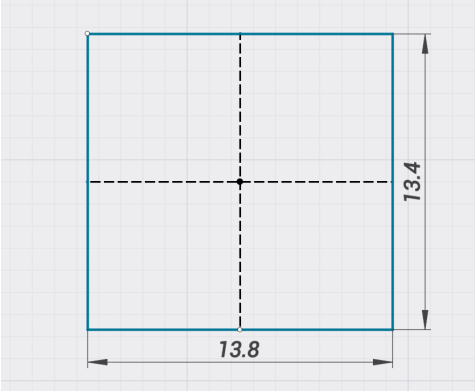
Правая кнопка мыши: Выход из режима.

Прямоугольник по двум точкам. Создаёт прямоугольник между двумя диагонально противоположными точками.

Порядок построения:

i. Укажите первую диагональную точку прямоугольника.
ii. Выберите один из вариантов:

- укажите вторую угловую точку
- введите размеры прямоугольника в поле



Размер. Введите только одно значение, чтобы получить квадрат (пример: 67.5 67).

Начальная точка. Позволяет задать точку по координатам.

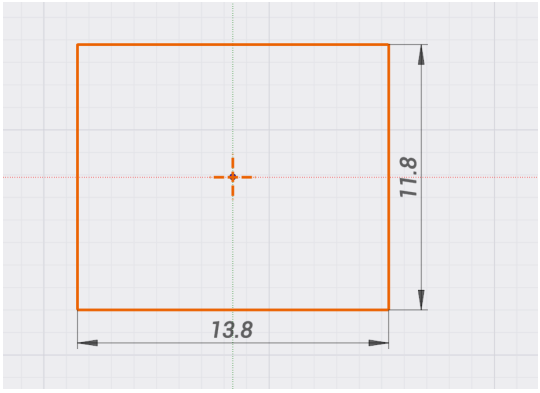
Горячие клавиши:

- **Правая кнопка мыши**: Выход из режима.

Прямоугольник из центра. Создаёт прямоугольник, начиная с центральной точки.

Порядок построения:

i. Укажите центральную точку прямоугольника.
ii. Выберите один из вариантов:
- щёлкните по угловой точке
- введите размеры прямоугольника в поле



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Размер. Введите только одно значение, чтобы получить квадрат (пример: 67.5 67).

Центральная точка. Позволяет задать точку по координатам.

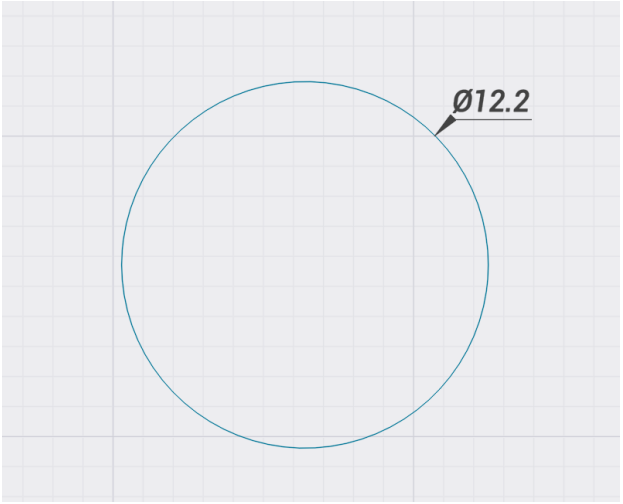
Горячие клавиши:

Правая кнопка мыши: Выход из режима.

Окружность. Создаёт окружность, начиная с центральной точки.

Порядок построения:

i. Укажите центральную точку окружности.
ii. Выберите один из вариантов:
- щёлкните по точке на окружности
- введите размер окружности в поле выше



Диаметр. Определяет диаметр окружности.

Центральная точка. Позволяет задать точку по координатам.

Горячие клавиши:

- **Удерживание Shift + клик по отрезку**: делает окружность касательной к отрезку
- **Удерживание Ctrl:** позволяет создавать несколько окружностей с одинаковым диаметром
- **Удерживайте Shift и щёлкните по линиям**, дугам, окружностям или точкам для построения окружности, касательной к этим объектам

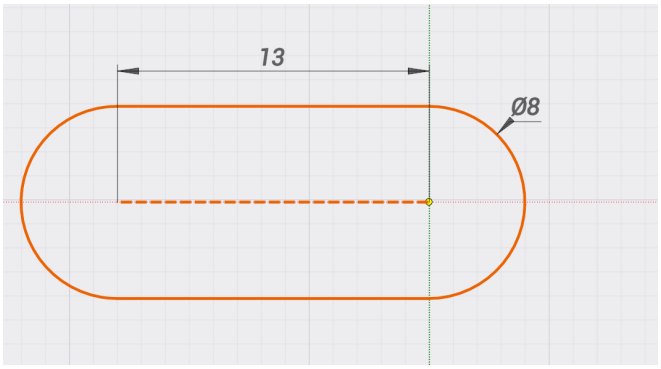
  При необходимости введите размер окружности в поле

- **Правая кнопка мыши**: Выход из режима

Паз прямой. Создаёт прямой паз между двумя точками.

Порядок построения:

i. Укажите первую точку паза
ii. Укажите вторую точку паза
iii. Укажите точку на периферии паза для определения его ширины



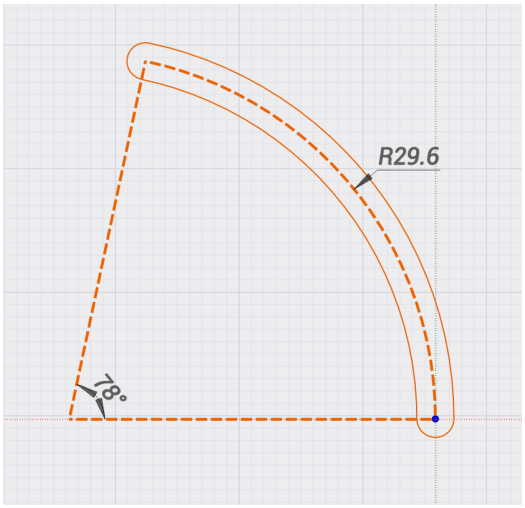
Горячие клавиши:

Правая кнопка мыши: Выход.

Паз по дуге. Создаёт круговой паз, начиная с центральной точки.

Порядок построения:

i. Укажите точку центра дуги паза
ii. Укажите начальную точку дуги паза
iii. Укажите финальную точку дуги паза



Горячие клавиши:

Правая кнопка мыши: Выход.

Смещение. Позволяет установить смещение выбранного элемента.

Левое смещение. Позволяет установить смещение влево от контура.

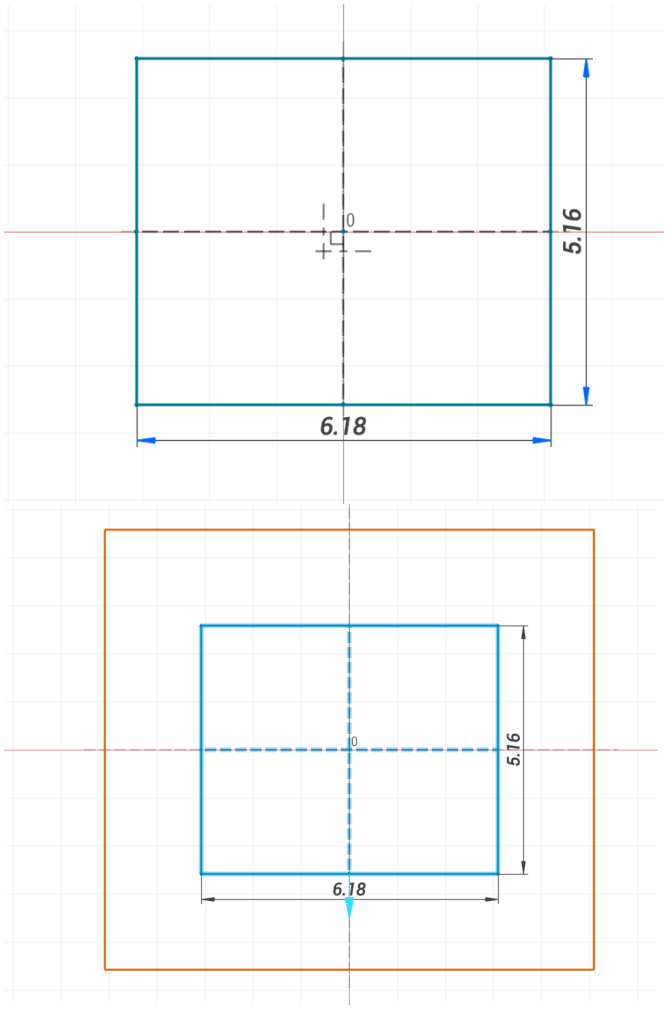
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Правое смещение. Позволяет установить смещение вправо от контура.

Обе стороны. Позволяет установить смещение как влево, так и вправо от контура.

Расстояние. Расстояние, на которое необходимо сместить контур.

Скругление углов. Позволяет скруглить углы смещённого контура.



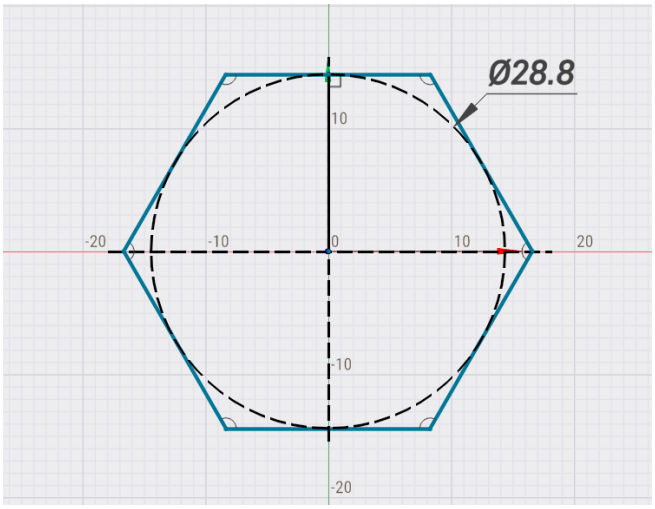
Горячие клавиши:

Выберите контур и нажмите клавишу Ctrl, чтобы перетащить его в нужном направлении.

Правая кнопка мыши: Выход.

Многоугольник. Построение многоугольника с начальной точки в центре

1. Укажите количество сторон многоугольника в поле сверху.
2. Укажите центральную точку многоугольника
3. Укажите периферийную точку многоугольником



Вторая точка на стороне. Вторая точка располагается на стороне

Вторая точка в углу. Вторая точка располагается в углу

Количество сторон. Определяет количество сторон многоугольника

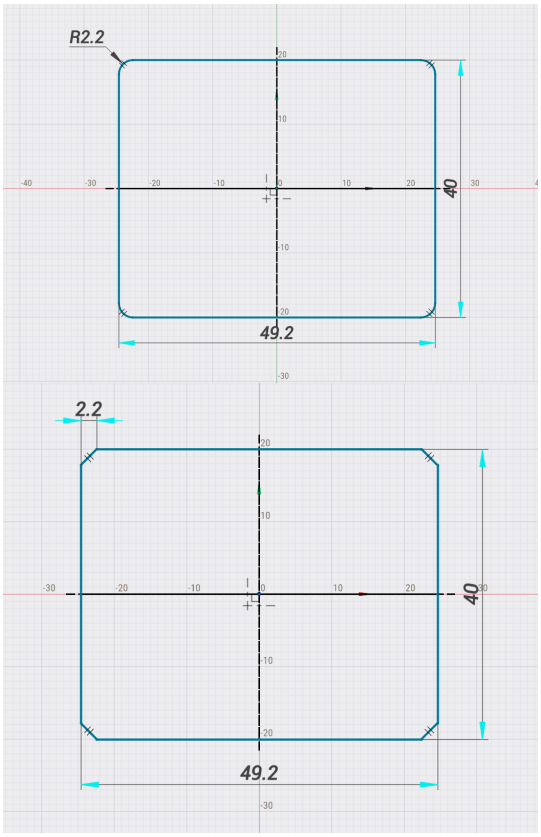
Горячие клавиши:

Правая кнопка мыши: Выход

Скругление/Фаска. Создание скруглений и фасок в эскизе

- Наведите курсор мыши на элементы эскиза, где хотите добавить скругление или фаску
- Нажмите кнопку для применения

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Радиус/Размер. Определяет размер элемента

Горячие клавиши:

Нажмите **Space** для переключения между скруглением и фаской

Вращайте колёсико мыши при зажатой клавише [Ctrl] для увеличения/уменьшения размера элемента

ПКМ: Выход

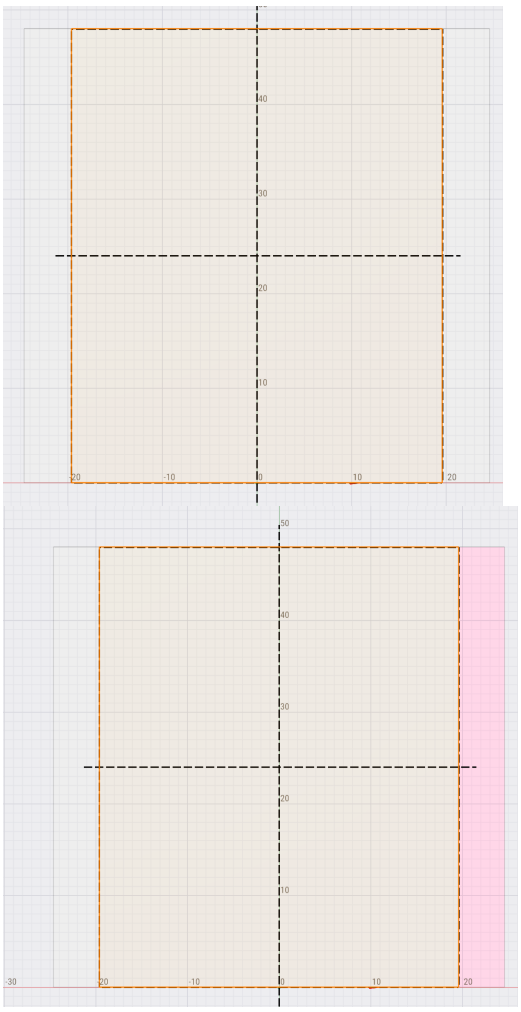
Спроецировать объект. Импорт справочной геометрии в эскиз

Щёлкните по грани, кривой или ребру для проецирования их в эскиз

Импортированные элементы отмечаются цветом

Удаление справочной геометрии из эскиза - щёлкните по импортированному элементу, чтобы удалить его из эскиза

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Горячие клавиши:

Правая кнопка мыши: Выход

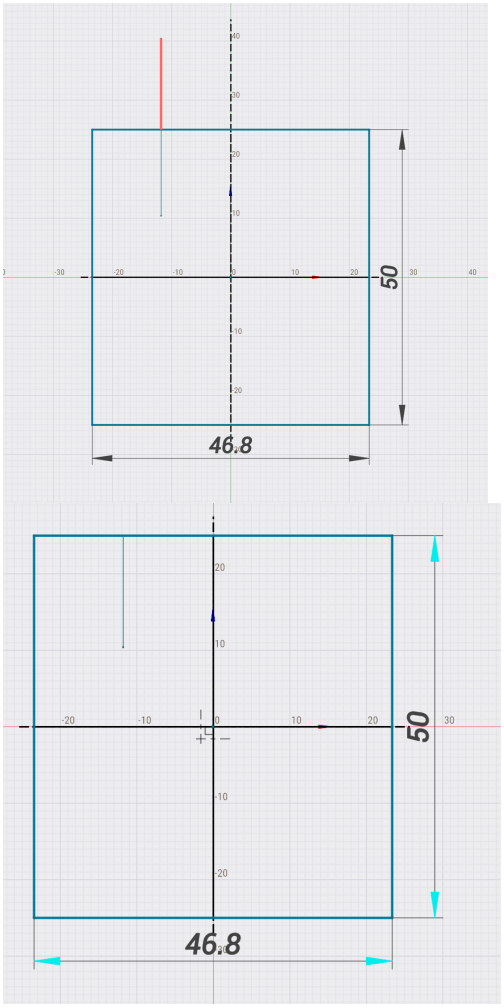
Обрезать. Удаление части контура

Наведите курсор на элементы, которые хотите обрезать. Нажмите кнопку мыши. Удаляемые элементы будут выделены

Примечание:

Инструмент используется для обрезки элементов, которые пересекаются с другими элементами.
Если необходимо удалить непересекающиеся элементы, используйте клавишу **[Del]**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

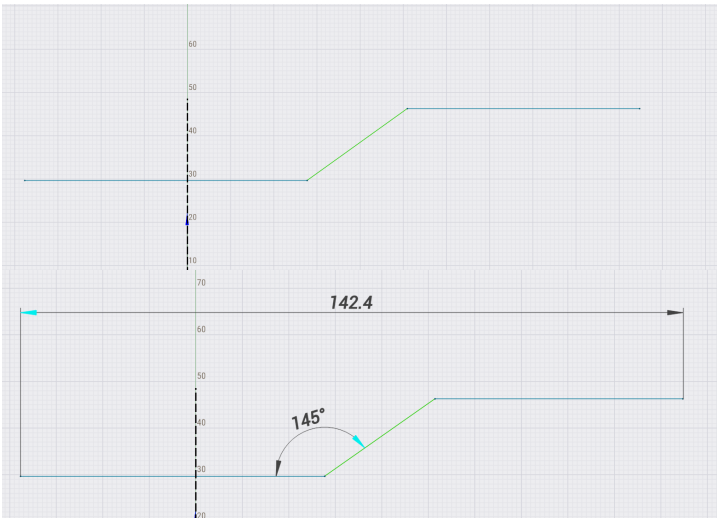


Горячие клавиши:

Правая кнопка мыши: Выход

Размер. Добавление размеров к эскизу

Выберите один или два геометрических элемента с помощью мыши для добавления размера. Тип размера будет определён автоматически в зависимости от типа выбранных элементов. Таким способом можно добавлять линейные, радиальные, диаметральные и угловые размеры.

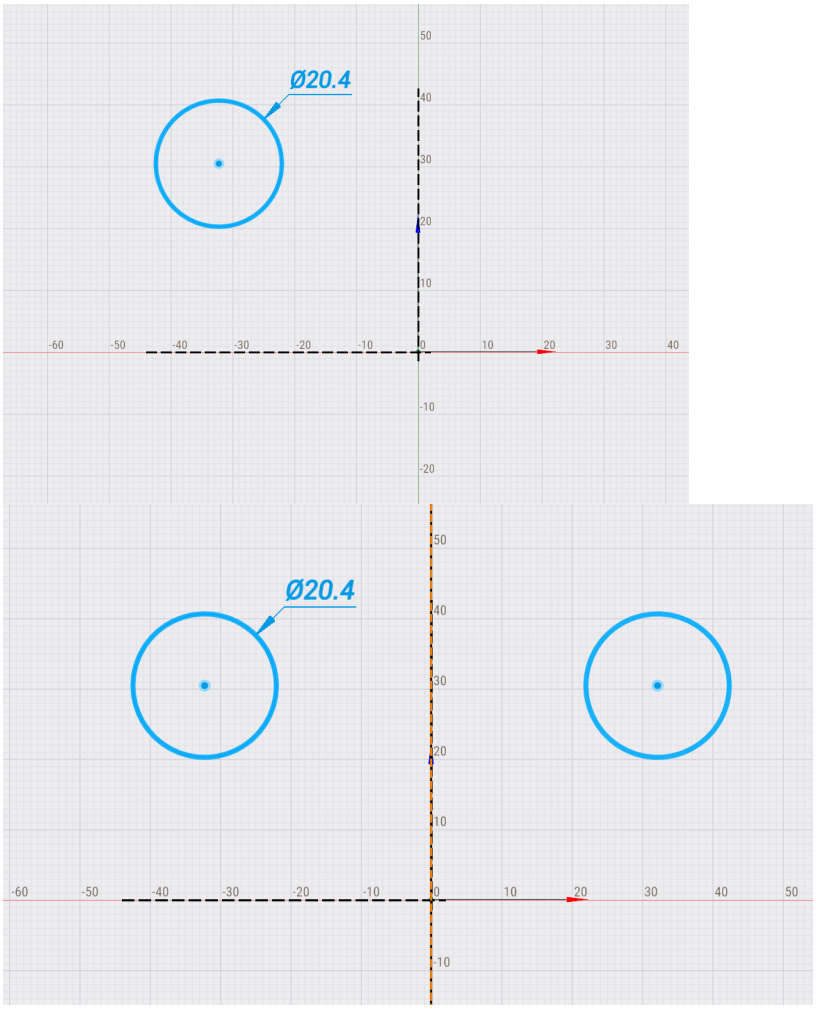


Горячие клавиши:

Правая кнопка мыши: Выход

Симметрия. Зеркальное копирование выбранных элементов эскиза

Выберите линию эскиза с помощью мыши в качестве оси симметрии.



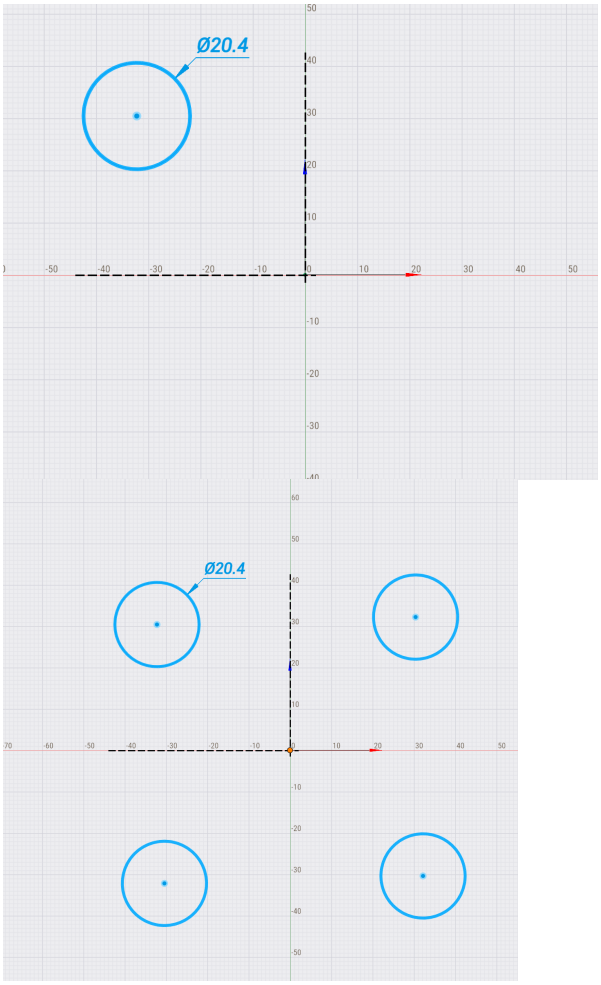
Горячие клавиши:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Правая кнопка мыши: Выход

Круговой массив. Создание кругового массива из выбранных элементов

i. Введите количество копий в поле.
ii. Выберите точку эскиза для определения центральной точки массива.

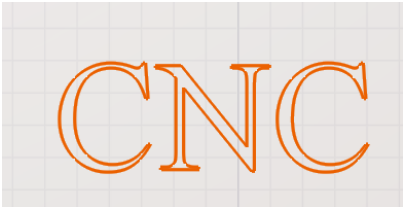


Количество копий. Определяет количество элементов для копирования.

Горячие клавиши:

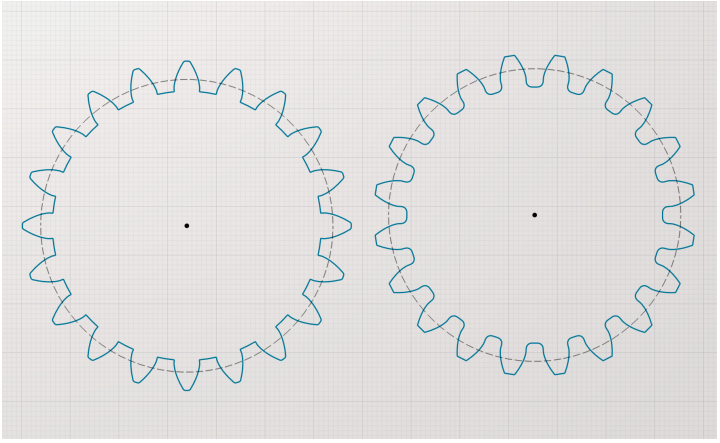
Правая кнопка мыши: Выход

Текст. Функция позволяет создавать пользовательский текст.

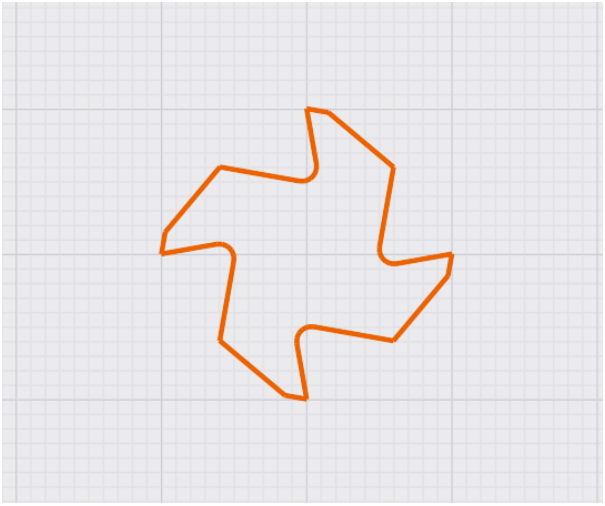


Зубчатый профиль. Функция позволяет построить профиль шестерни

Угол наклона винтовой линии. Настройка угла для выбора между прямозубой или косозубой шестерней в 3D-модели



Профиль фрезы. Функция позволяет построить профиль режущего инструмента (фрезы)



Вставка изображения для обводки. Функция позволяет вставить изображение для последующей обводки

Открыть. Позволяет загрузить чертёж в формате *.gsf

Сохранить. Позволяет сохранить чертёж в формате *.gsf

Особенности работы с чертежами

Нажмите здесь, чтобы развернуть…

При работе в режиме чертежа и выборе кривых (левой или правой кнопкой мыши) возможны различные настройки (изменение типа линии, ограничения и т. д.)

В режиме чертежа можно выбрать 3 основных типа линий:

- **Основная линия** — используется для построения детали и её видимых сторон.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- **Конструкционная линия** — служит для отображения невидимых очертаний объекта.

- **Осевая линия** — обозначение осевых линий и центровых линий окружностей

Зафиксировать положение. Позволяет установить ограничения (угол, размер и т. д.). Объект не перемещается в пространстве.

Зафиксировать угол. Позволяет ограничить угол элемента.

Горизонтальное выравнивание. Позволяет сделать кривую горизонтальной. Кривая может быть частью контура.

Осевые линии. Позволяет установить осевые линии для окружности/радиуса.

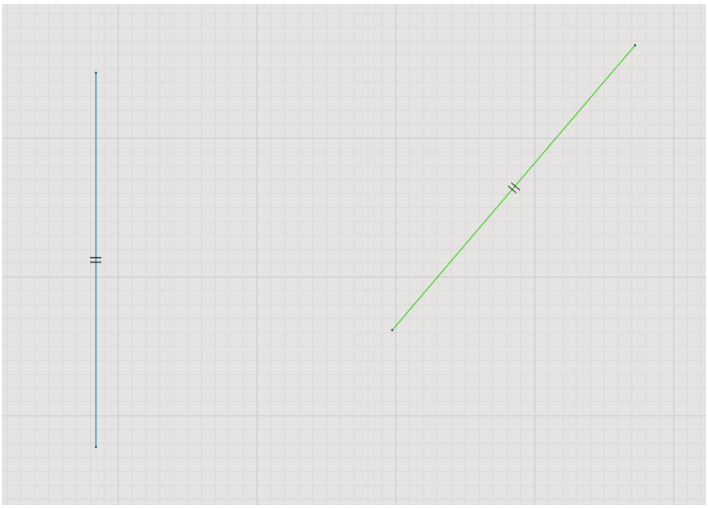
Размер. Позволяет установить размеры. Как правило, размер задаётся от нулевой точки чертежа до элемента.

Исключить. Позволяет исключить элемент (для составных фигур, контуров и т. д.).

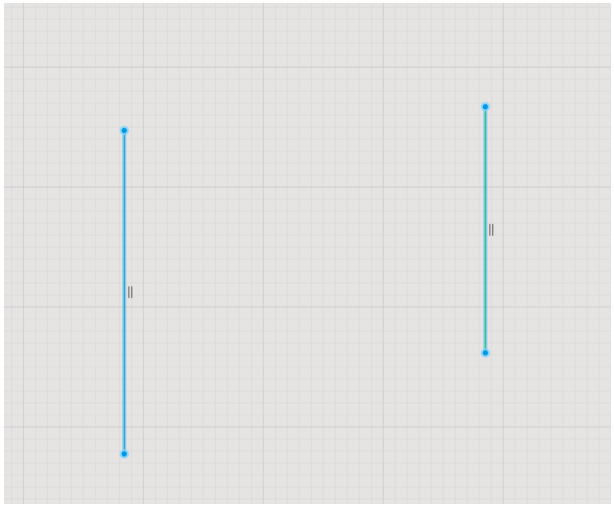
При выборе нескольких элементов (например, двух отрезков) доступны следующие ограничения:

Равенство. Устанавливает ограничение по длине (два отрезка становятся равными). Обозначается знаком равенства.

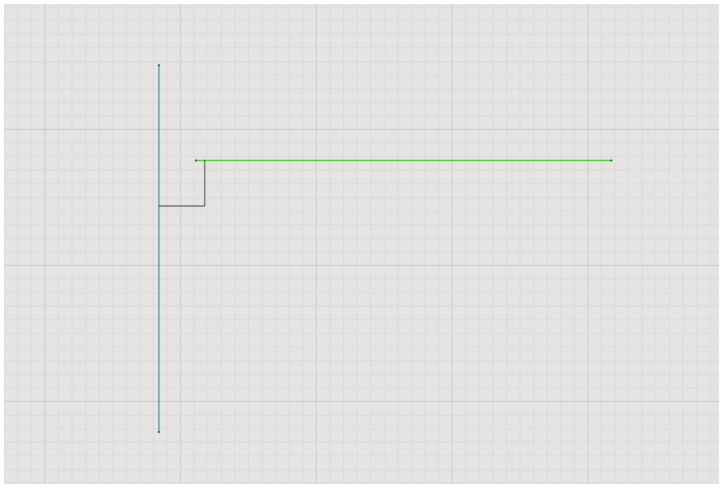
Удаление ограничения. Можно убрать ограничение, выбрав его значок и нажав клавишу DEL.



Параллельность. Делает два элемента параллельными друг другу. Знак ограничения отображается при выборе одного из элементов.

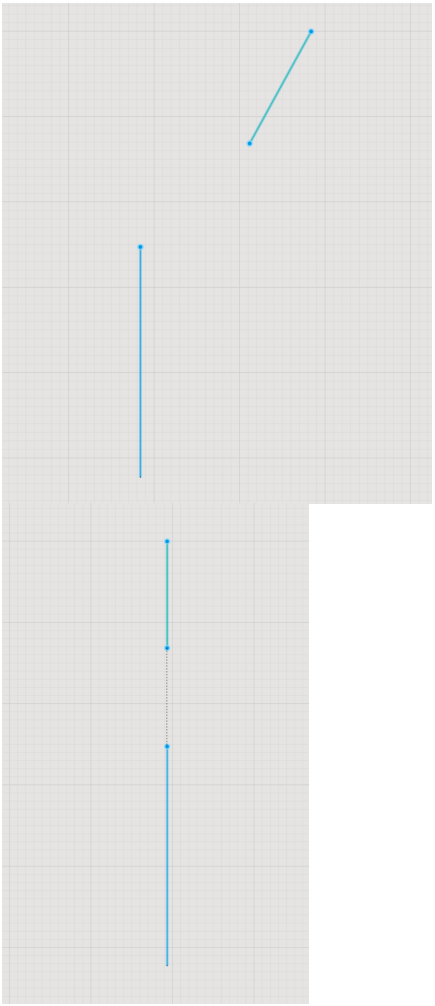


Перпендикулярность. Делает два элемента перпендикулярными друг другу.



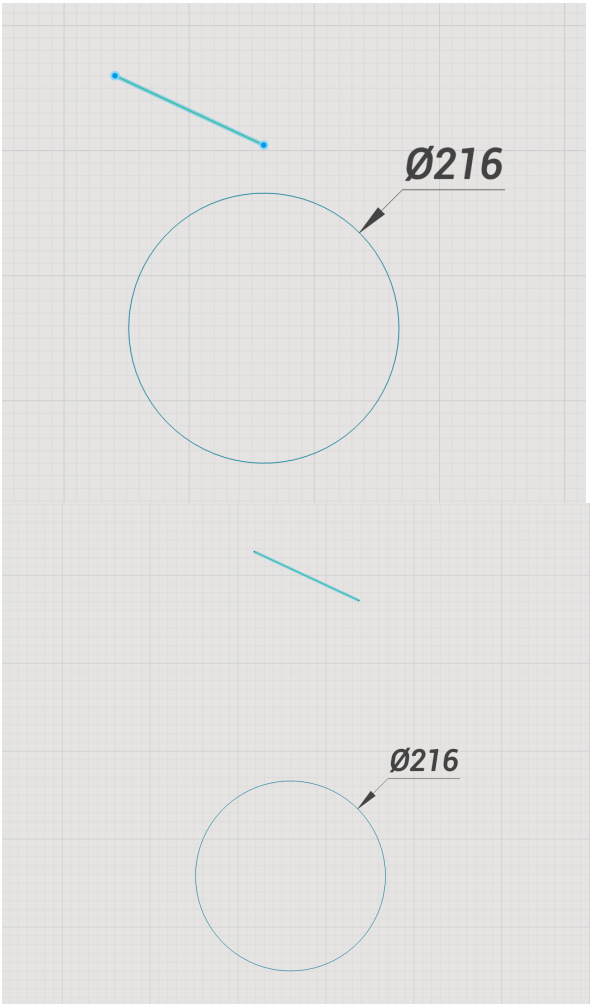
Коллинеарность. Позволяет расположить 2 кривые на одной прямой.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



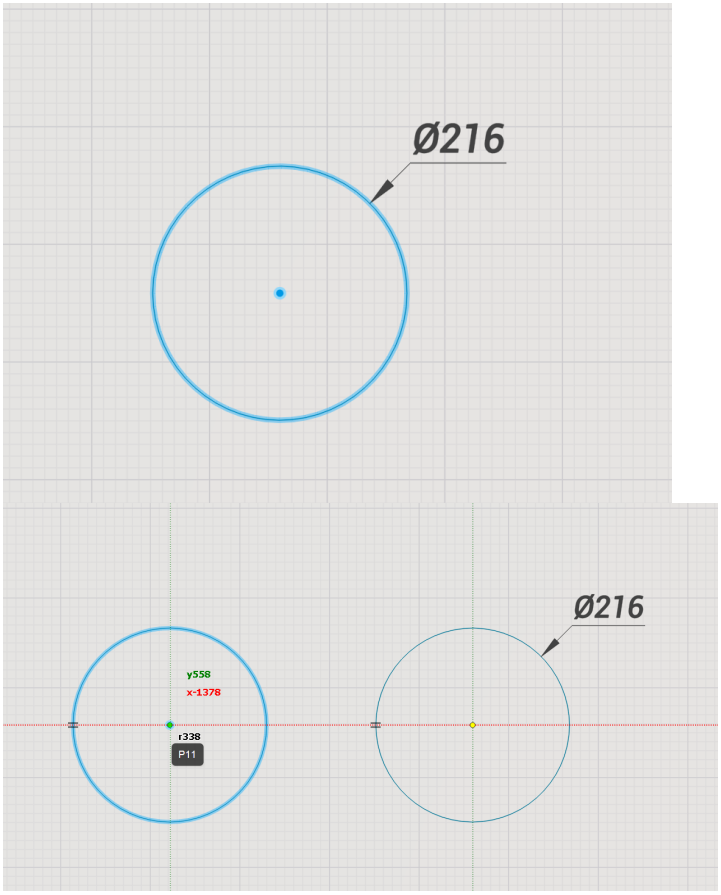
В процессе работы с чертежом активно используются различные клавиши клавиатуры.

Для перемещения элемента на чертеже необходимо выполнить простую последовательность действий. Сначала нужно выбрать нужный элемент, затем зажать клавишу Shift и перетащить его в требуемом направлении.

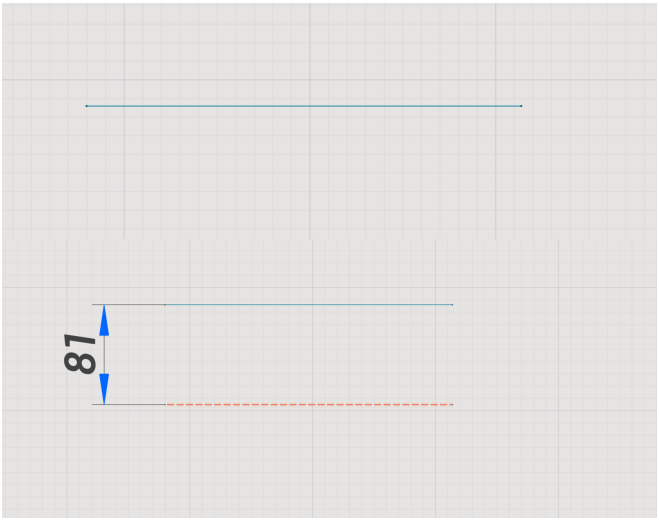


Чтобы создать копию элемента, выберите элемент на чертеже, захватите его за точку и используйте клавишу Ctrl во время перемещения. При этом удерживание клавиши Ctrl позволяет создать точную копию выбранного элемента, которая будет следовать за курсором при перемещении. Исходный элемент при этом остаётся на своём месте, а новая копия формируется в реальном времени.

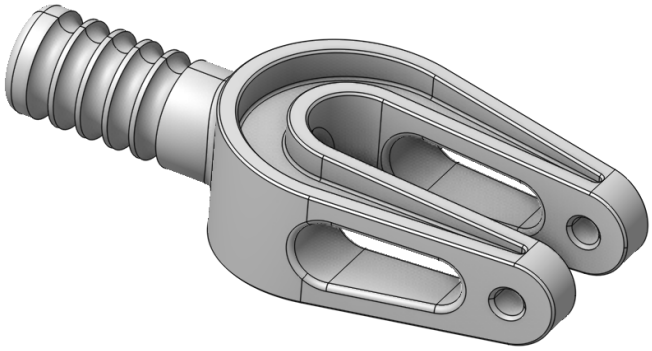
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Чтобы переместить элемент, захватите его мышью и нажмите клавишу Ctrl.



4.5.4 Проектирование в 3D-режиме



4.5.4.1 **Область применения:**

Этот режим предоставляет возможность создания трёхмерной модели. Для построения модели необходимо использовать эскизы (чертежи). Узнать больше(see page 339)

Панель инструментов/Свойства элемента.

Отменить. Отменяет последнее действие.

Повторить. Возвращает последнее отменённое действие.

Воспроизвести. Анимирует историю модели пошагово, чтобы лучше понять замысел проектирования (модель должна содержать несколько элементов в дереве построения).

Плоскость. Позволяет установить плоскость для чертежа.

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

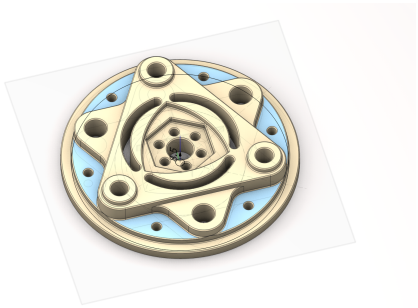
Вы можете создавать эскизы на различных поверхностях, со смещением и другими параметрами:

- Относительно базовой плоскости

© 2025 ООО СПРУТ Технология



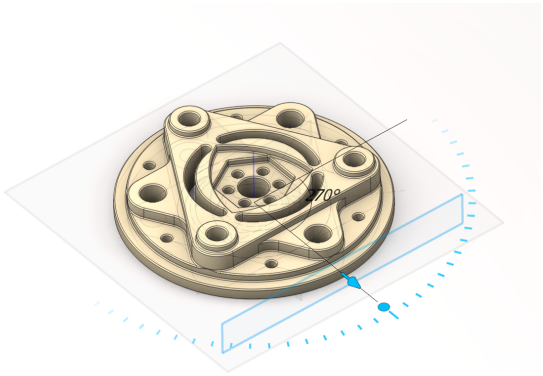
- На поверхности модели



Касательная плоскость. Позволяет создать касательную плоскость

Щёлкните по плоскости или грани, чтобы создать новую плоскость.

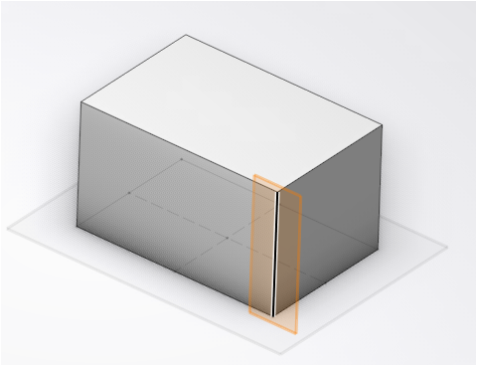
ПКМ (правая кнопка мыши): Выход из режима.



Осевая плоскость. Создание плоскости через ось

Выберите прямой край, линию эскиза или поверхность вращения для создания плоскости.

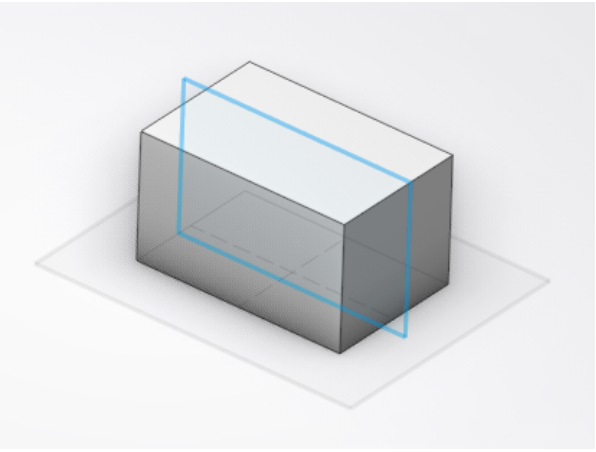
ПКМ (правая кнопка мыши): Выход из режима.



Средняя плоскость. Создание средней (биссекторной) плоскости

Выберите две плоские грани для создания средней плоскости.

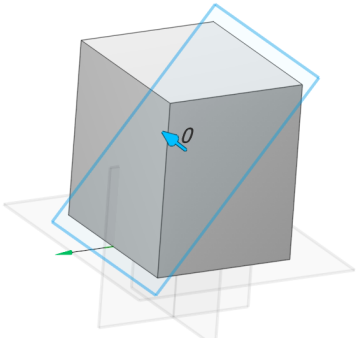
ПКМ (правая кнопка мыши): Выход из режима.



Плоскость через две линии. Создание плоскости через две линии

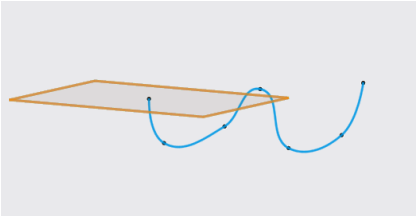
Выберите два прямых ребра для создания плоскости.

ПКМ (правая кнопка мыши): Выход из режима.

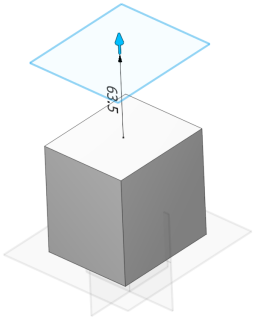


Создание плоскости по нормали. Создание плоскости, перпендикулярной кривой

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Смещённая плоскость. Создание плоскости на заданном расстоянии. Правый клик мыши (ПКМ) на существующей поверхности.



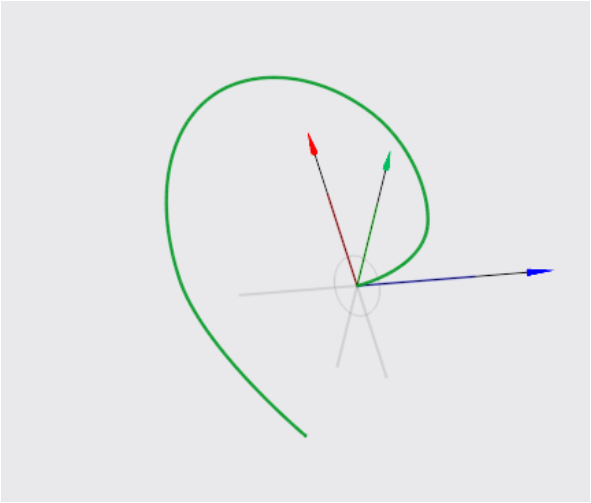
Сплайн. Пространственная кривая, представленная сплайном, ломаной и винтовой линией.

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

1. Вызовите команду Сплайн на панели инструментов. Выберите параметр кривая Сплайн или Полилиния

2. Задайте точки с помощью мыши (работает привязка) или задайте числовые координаты в соответствующем поле.

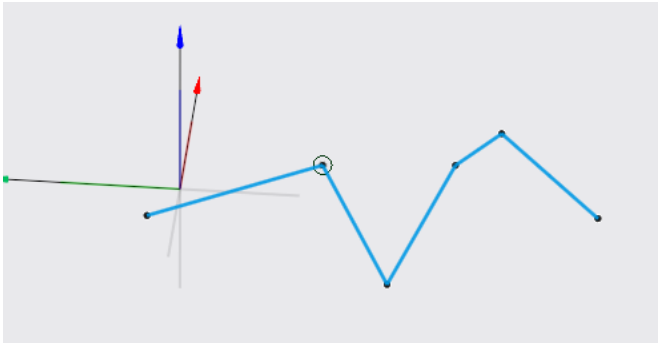
3.Используйте правую кнопку мыши, чтобы завершить задание точки.



Тип кривой. Определяет тип кривой: **Сплайн или Полилиния**.

Нарисуйте. Переключение режима ввода новых точек или редактирования существующих осуществляется нажатием/ отпусканием кнопки рисования.

В режиме редактирования выбранная точка обведена кружком, а ее координаты отображаются в отдельных полях ввода (X, Y, Z). Вы можете изменить координаты выбранной точки, либо введя координаты, либо перетащив курсор мыши. Поля ввода координат неактивны, если точка не выбрана.



На плоскости. Вы можете разместить сплайн на плоскости, выбрав плоскость или плоское ребро в раскрывающемся списке. Точки кривой будут спроецированы на выбранную плоскость.

Точка. Определяет точку для сплайна

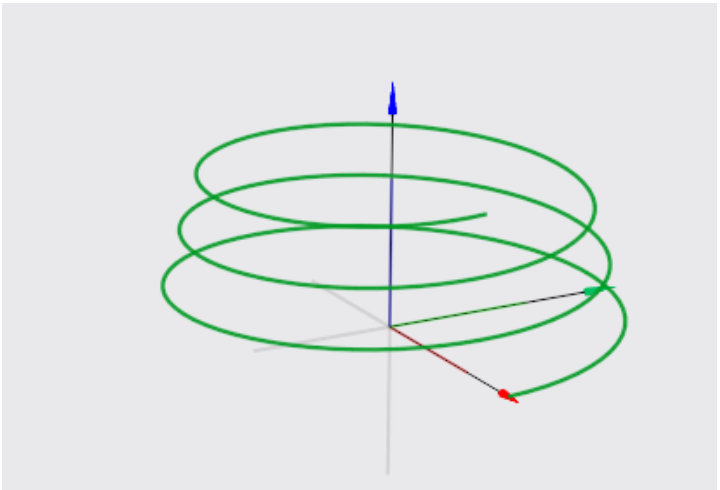
Координаты. Определяет координаты заданной точки. Чтобы задать последовательность точек, вы можете скопировать набор координат из MS Excel или текстового файла и вставить их в поле ввода координат.

Альтернативный способ создания сплайна. Выбрать плоскость или плоскую грань в пространстве модели и выбрать "Сплайн" на всплывающей панели инструментов.

Винтовая линия. Пространственная кривая.

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

1. Вызовите команду **Винтовая линия** на панели инструментов и задайте координату центра винтовой линии (наведите курсор мыши или введите координаты в поле ввода).

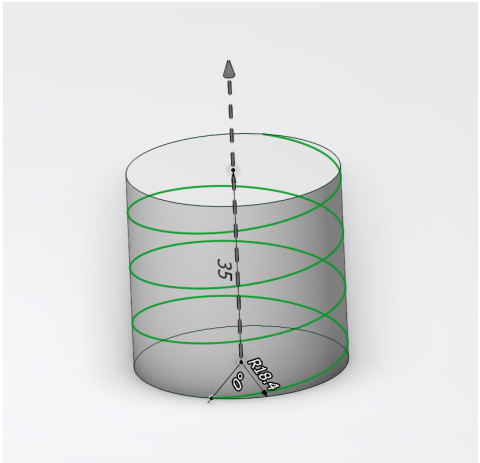


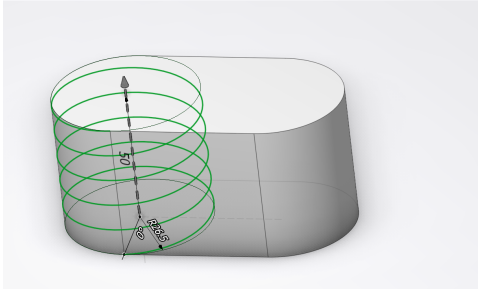
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Геометрия поверхности, на которой расположена винтовая линия, определяется размерами: начальным и конечным радиусами, высотой, углом конуса. Вы можете изменить размеры, введя значения в поля ввода, настроив соответствующие визуальные объекты или перетащив контрольные точки мышью.

Данные о поверхности. Геометрия поверхности, на которой расположена винтовая линия.

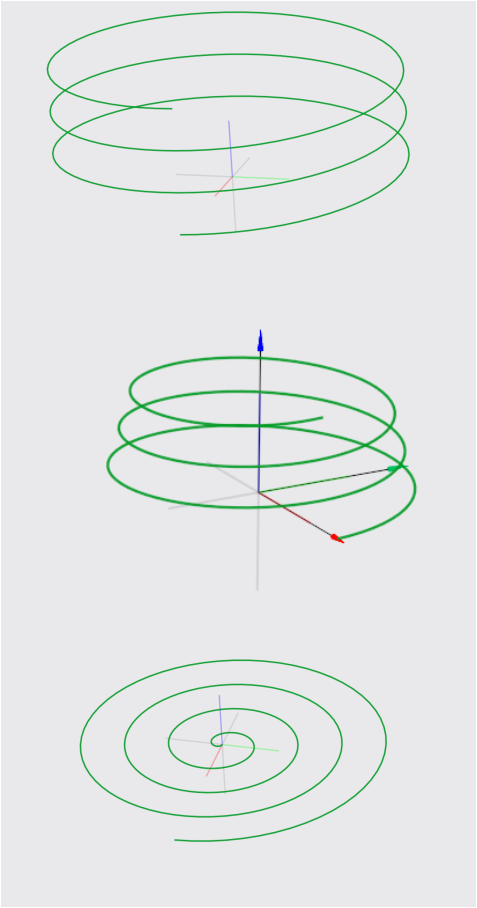
Базовая поверхность. Для построения винтовой линии можно использовать ранее построенную геометрию. Для этого в режиме создания/редактирования кривой щелкните мышью по грани или поверхности, нажимая на поле выбора базовой поверхности.





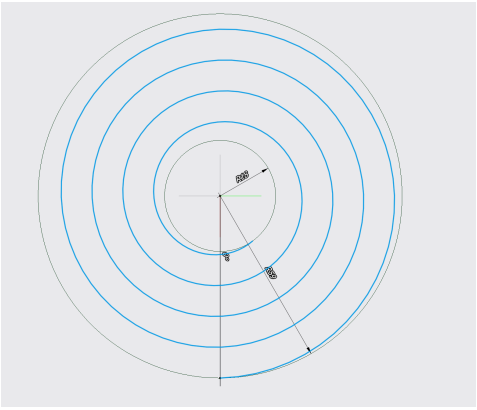
Чтобы создать винтовую линию на основе существующей геометрии, вы можете выбрать грань или поверхность и выбрать команду **Винтовая линия** на всплывающей панели инструментов.

Тип поверхности. Существует три возможных варианта винтовой линии: винтовая линия на цилиндре, винтовая линия на конусе, винтовая линия на развороте. Тип поверхности выбирается в раскрывающемся списке Тип поверхности.



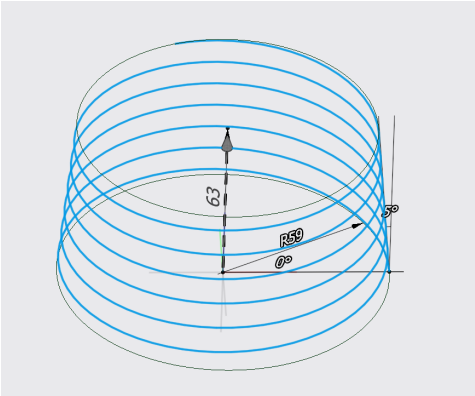
Центральная точка. Определяет центральную точку спирали.

Начальный радиус. Радиус, с которого начинается спираль (относительно центральной точки).

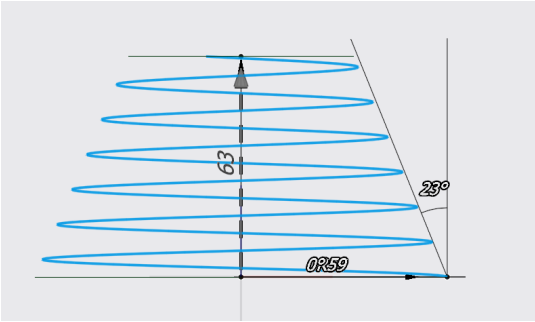


Высота. Определяет высоту спирали.

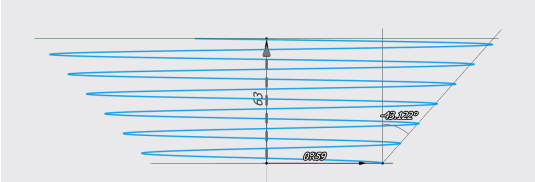
© 2025 ООО СПРУТ Технология



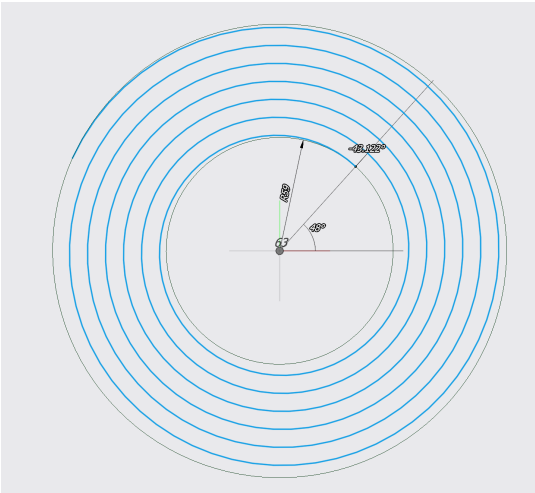
Угол наклона спирали. Определяет угол наклона спирали.



Конечный радиус. Определяет конечный радиус спирали



Угол поворота. Угловое положение начальной точки определяется относительно параметра RotateAngle и может быть изменено путем настройки числового значения в поле ввода.



Закрутить. Параметр спиральности кривой можно задать четырьмя способами: Закрутить по шагу, Закрутить по углу, Закрутить по количеству витков.

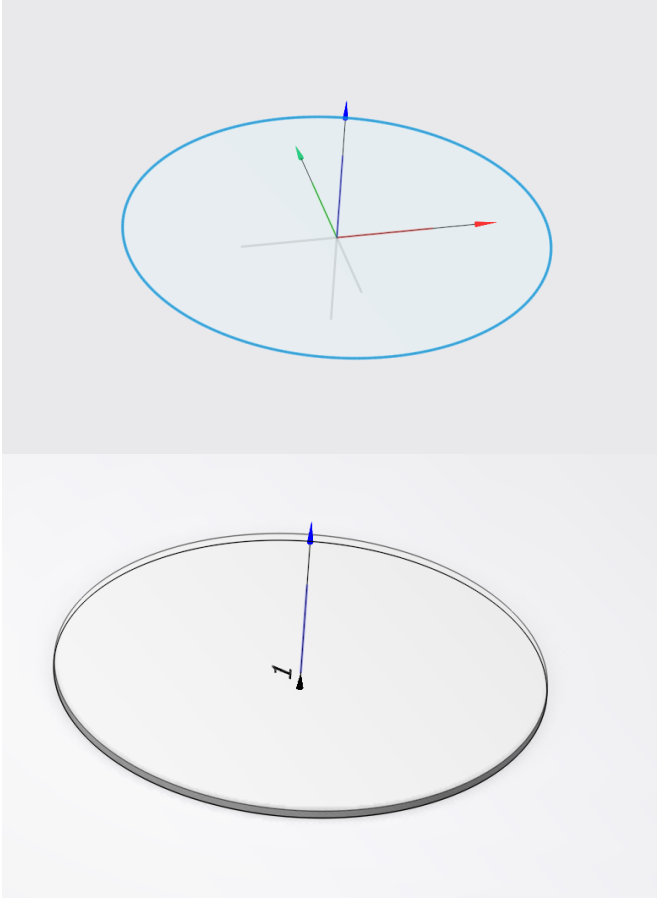
Способ настройки выбирается из раскрывающегося списка Закрутить, а значение параметра задается в поле ввода значения.

Эскиз. Позволяет создать эскиз в выбранной плоскости.

Выдавливание. Выдавливайте области эскиза, чтобы создать призматическую форму.

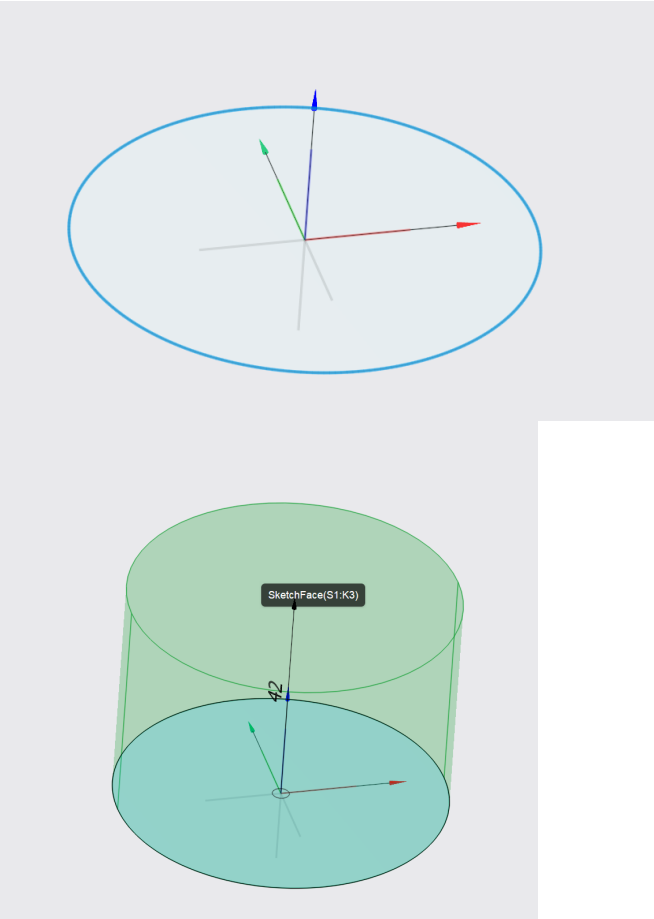
Нажмите здесь, чтобы развернуть.

1. Необходимо выделить замкнутый контур чертежа.
2. На панели инструментов нажмите кнопку **Выдавливание**.

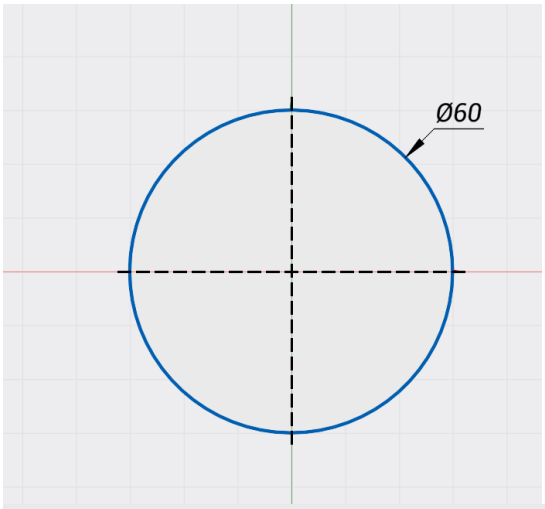


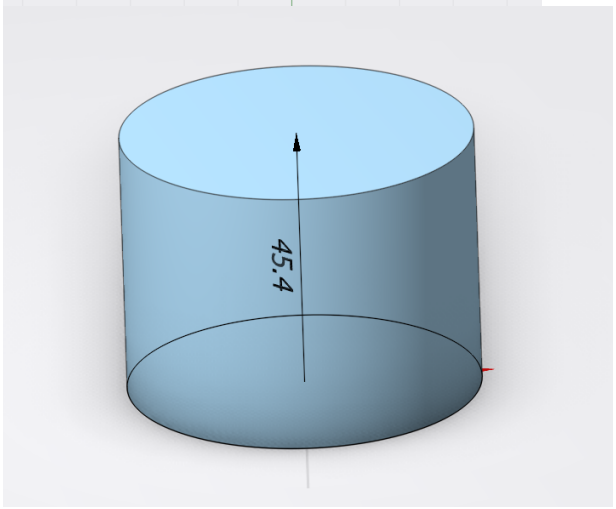
Для быстрого построения модели лучше выбирать замкнутые контуры и вытягивать их интерактивно (потянув в нужном направлении).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

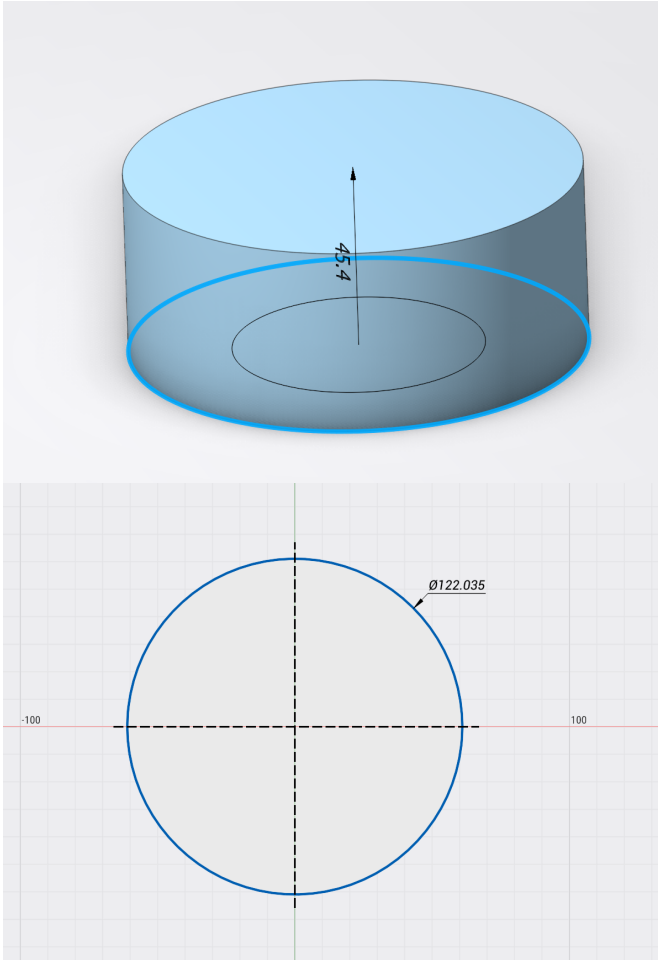


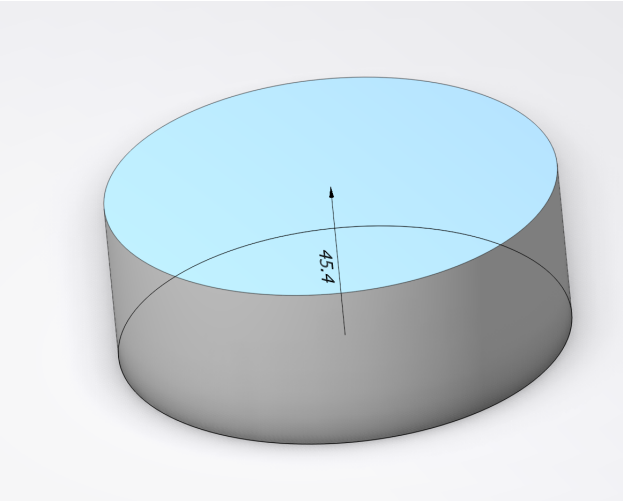
Вы также можете изменить размеры модели в любой момент, не переходя к чертежу. Для этого достаточно просто захватить край модели и переместить его в интерактивном режиме. При этом размеры автоматически обновятся на чертеже.

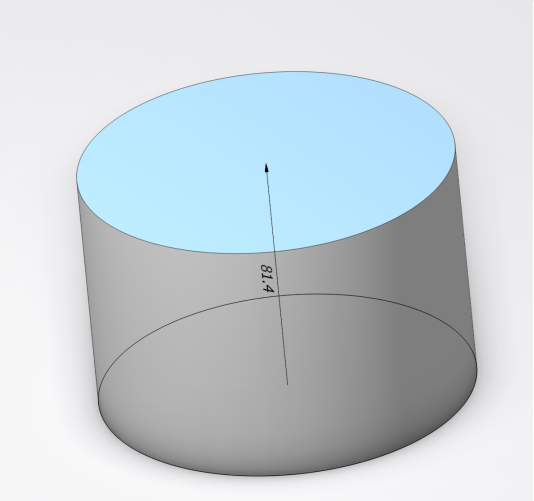




© 2025 ООО СПРУТ Технология


45.4
Ø122.035
-100
100





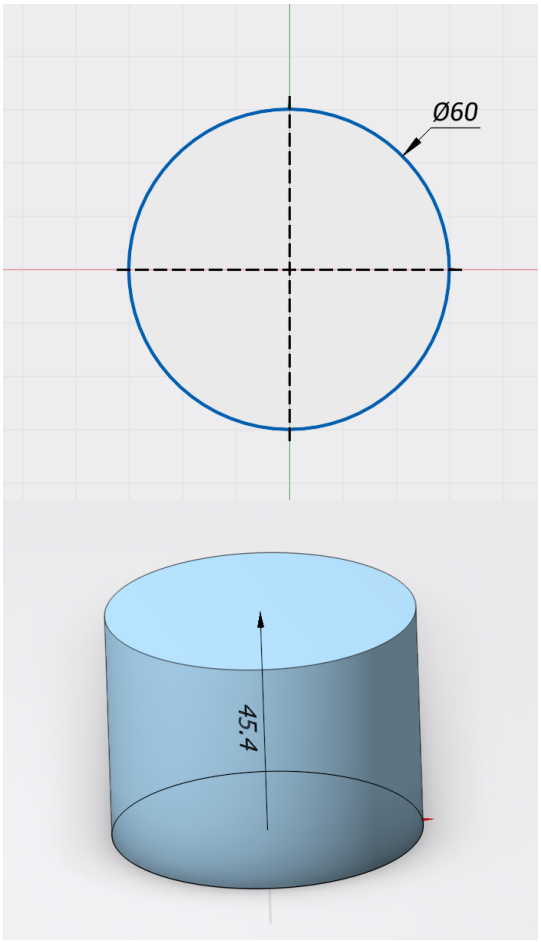
Булевы операции

Новая деталь. Позволяет создавать новые детали.. Узнать больше(see page 335)

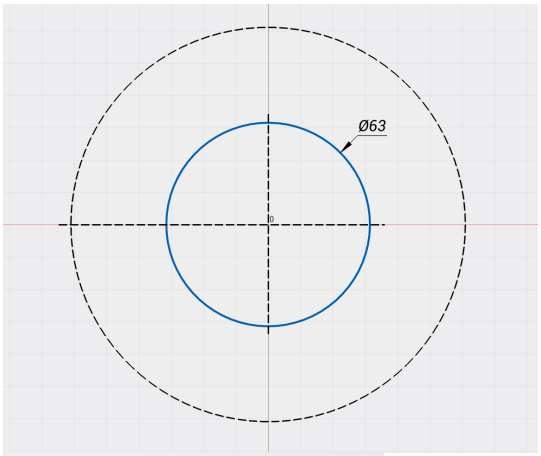
Авто. Автоматически выбирает, что нужно сделать (вычесть или прибавить).

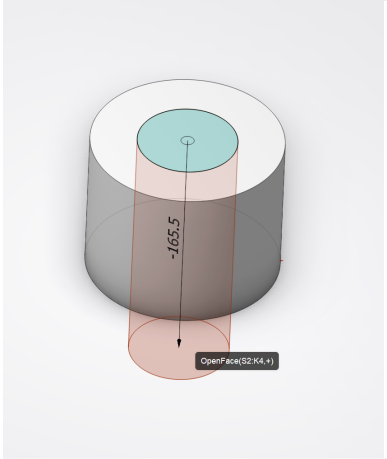
Сложение. Функция, позволяющая выделять и перемещать отдельные части чертежа.

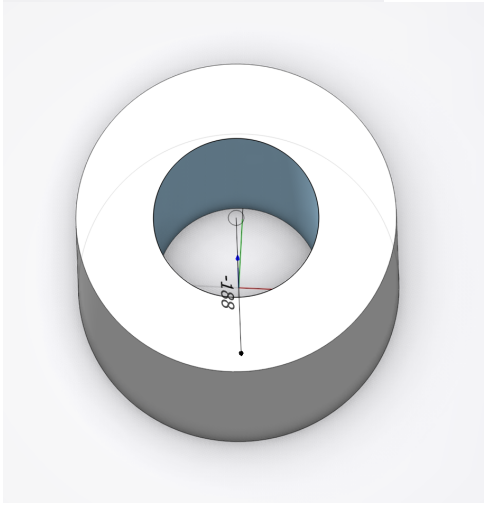
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Вычитание. Операция, позволяющая удалять элементы чертежа из существующего тела модели.

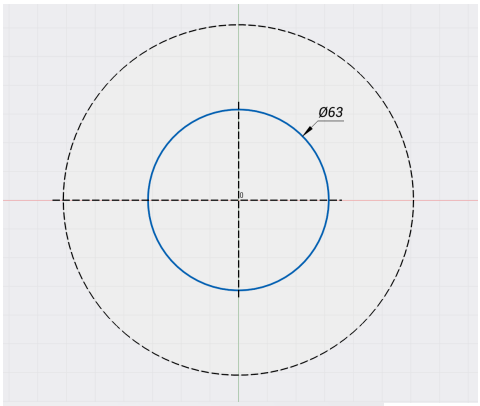


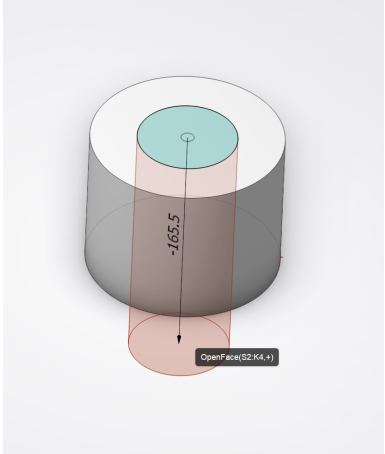


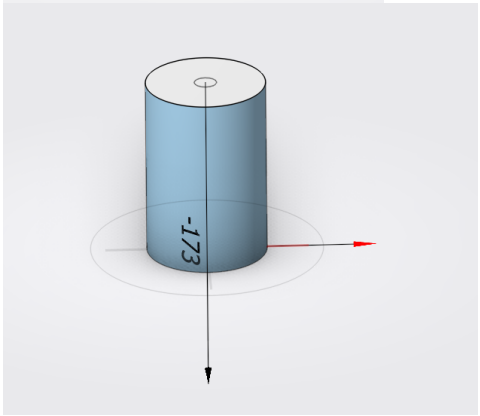


Пересечение. Позволяет создавать новые геометрические объекты на основе областей пересечения существующих объектов.

© 2025 ООО СПРУТ Технология







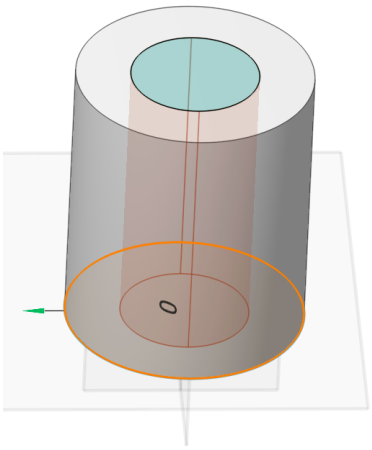
Деталь. Параметр, определяющий конкретный объект, к которому применяется определённая операция в процессе моделирования или проектирования.

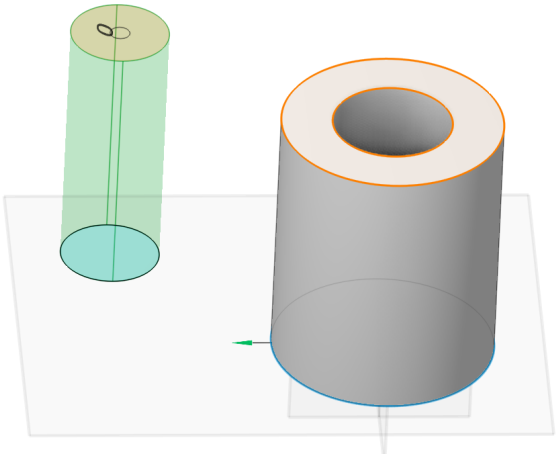
Профиль. Определяет профиль чертежа.

Расстояние. Определяет расстояние выдавливания и вычитания. Можно изменять интерактивно.

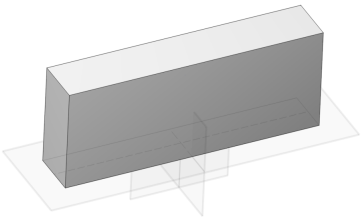
Также при вычитании или сложении можно привязываться к разным поверхностям уже выдавленных элементов. В этом случае значение расстояния будет равно 0.

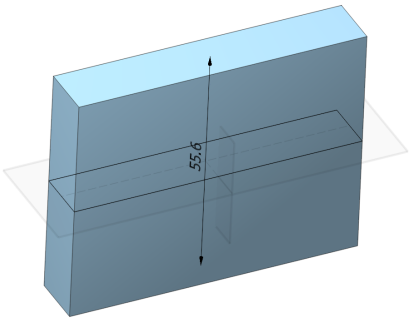
© 2025 ООО СПРУТ Технология





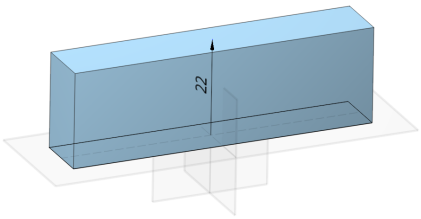
Симметрично. Выдавите симметрично в обе стороны от плоскости эскиза.

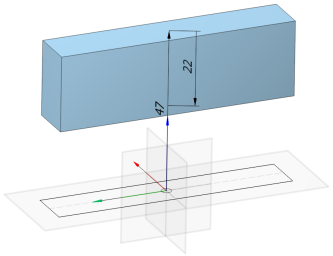




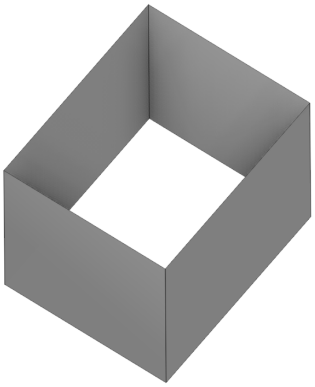
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Толщина. Толщина выдавливания относительно верхнего уровня.



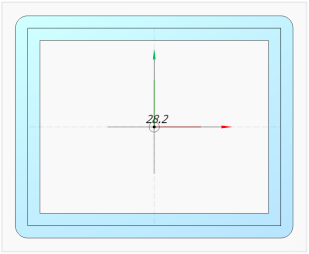


Тонкостенные. Позволяет создавать тонкостенные элементы.

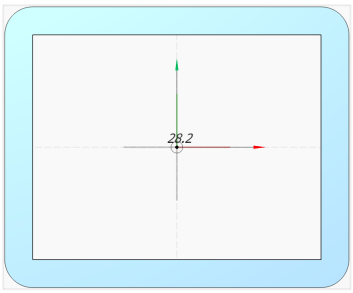


Направление добавления толщины содержит следующие опции (в виде пиктограмм):

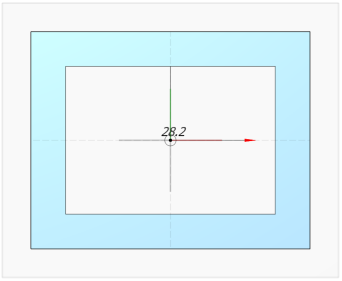
<> - в обоих направлениях,



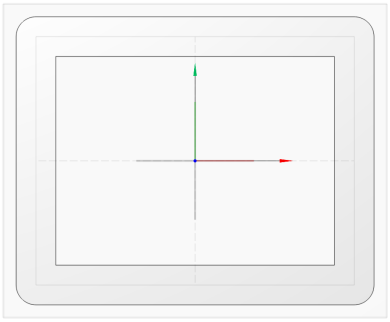
-> наружу,

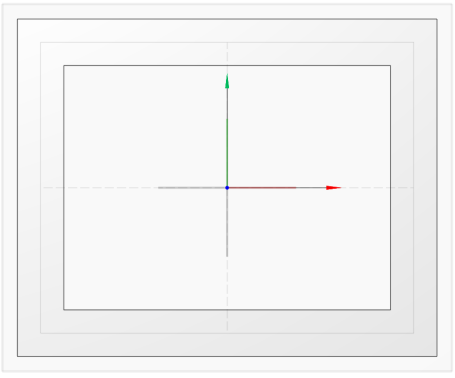


<- внутрь.



Закругление углов обеспечивает получение острых или закругленных углов краев внешнего контура.

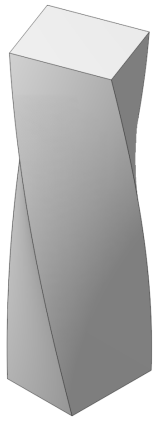




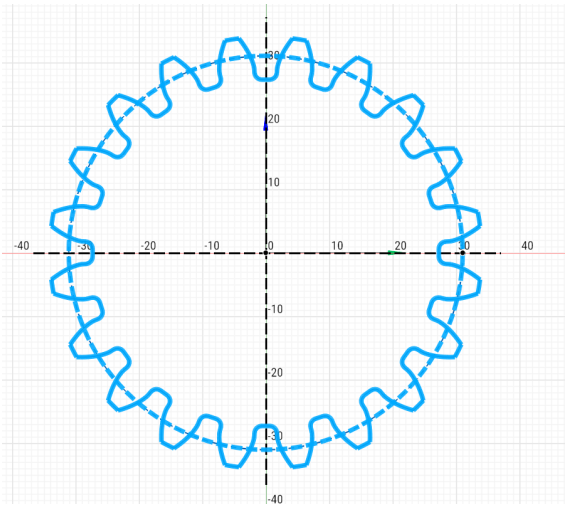
Поле ввода толщины стенки (может быть равно нулю). Если толщина не равна нулю, формируется замкнутое трёхмерное тело, к которому применимы все булевы операции.

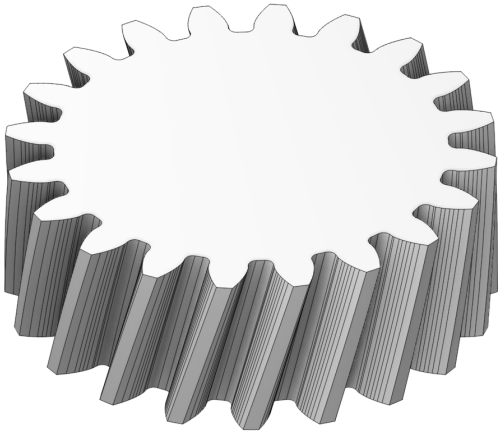
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Скрутить. Скручивание по нормали к эскизу. Параметры те же, что и в **Винтовой линии**. При выдавливании скручивание выполняется вокруг оси Z эскиза.



При вытягивании профиля зубчатого колеса, построенного на эскизе (Узнать больше(see page 339)), в виде блока с заданным значением угла наклона зубьев, скручивание применяется автоматически, а его параметры берутся из эскиза - **Угол наклона**.



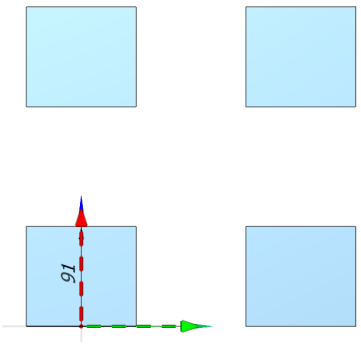


Отключить скручивание невозможно. При необходимости следует разрушить соответствующий блок в эскизе и повторить операцию.

Массив. Позволяет создать шаблон для копирования элементов.

Тип. Определяет тип шаблона.

Линейные. Они представляют собой двумерный массив.



Способ задания. Определяется методом определения расстояния: **Общее расстояние** или **Расстояние между элементами**.



Количество. Количество копий по первой оси.

Расстояние. Расстояние по первой/второй оси.

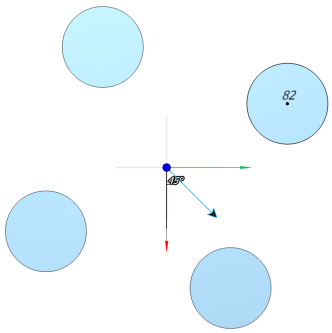
Направление. Копировать направление.

Второе направление. Количество копий по второй оси.

Унаследован. Позволяет использовать другой шаблон размножения.

Круговой. Позволяет создать круговой массив.

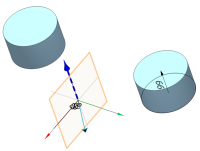
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Угол. Угловой размах шаблона.

Вдоль оси. Копии вдоль оси Z.

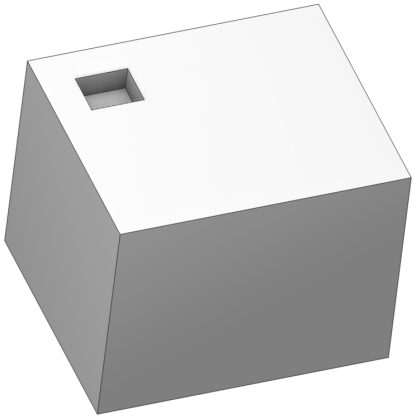
Симметрия. Позволяет создать элемент относительно выбранной плоскости.

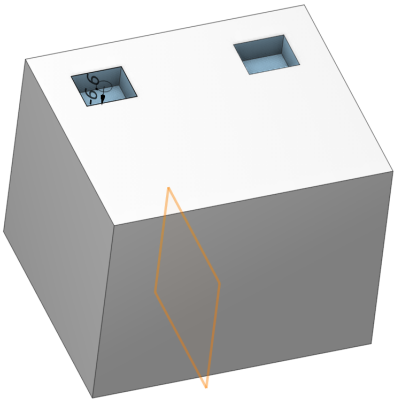


Плоскость. По умолчанию доступны три базовые плоскости (XY, YZ, ZX). Вы также можете добавить собственную плоскость перед выдавливанием и использовать её в этой функции.

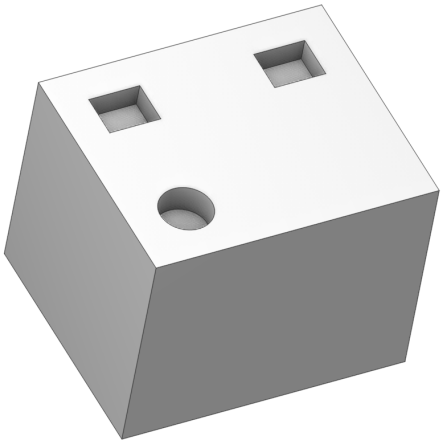
Новая булева операция может использовать шаблоны, которые применялись в предыдущих булевых операциях.

1.Например, выдавим призму и воспользуемся схемой размножения - симметрия.

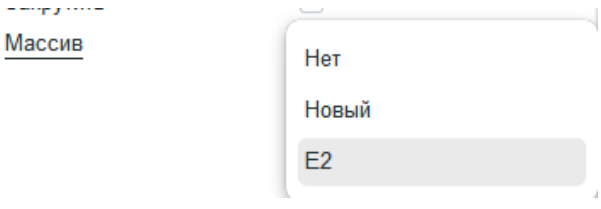




2.Выдавитм окружность

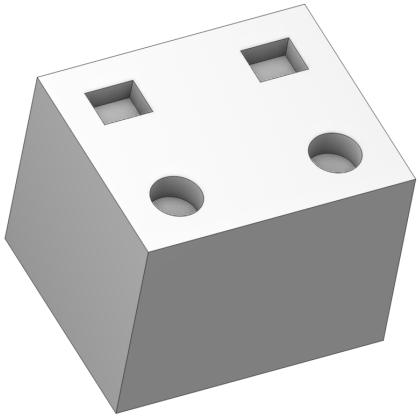


3.Выберите шаблон предыдущей булевой операции.



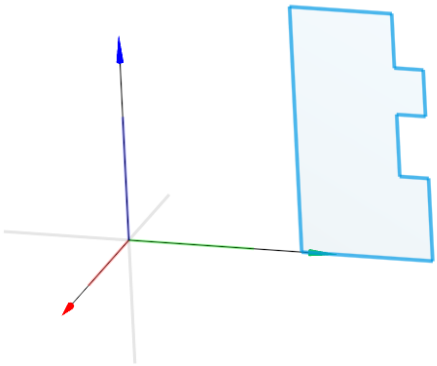
© 2025 ООО СПРУТ Технология

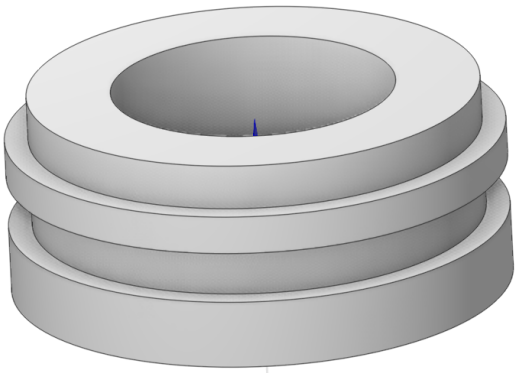
Мы получаем аналогичный результат.



Вращение. Вращение областей эскиза вокруг оси.

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

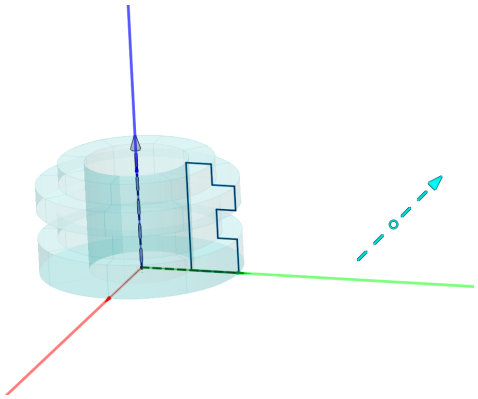




Деталь. Параметр, определяющий конкретный объект, к которому применяется определённая операция в процессе моделирования или проектирования.

Профиль. Определяет профиль чертежа.

Ось. Ось вращения. Может быть задана интерактивно путем привязки к кривой или базовым осям СК.



Тонкая стена. Позволяет создавать тонкостенные элементы. Функциональность описана в разделе **Выдавливание**.

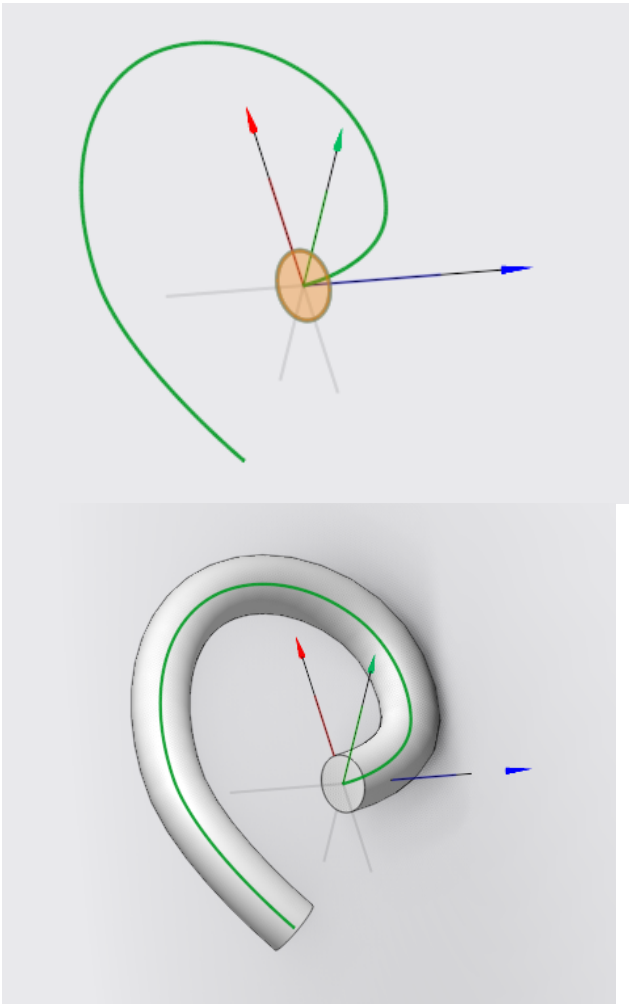
Шаблон. Позволяет создать шаблон для копирования элементов. Функциональность описана в разделе **Выдавливание**.

Протягивание. Растяжение профиля вдоль траектории. Профиль может быть замкнутым или разомкнутым контурным эскизом (Профиль). В качестве контура могут выступать контуры эскиза, пространственные кривые и рёбра тел.

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

1.Вызовите команду **Протягивание** на панели инструментов, затем последовательно выберите мышью профиль для протягивания — контур эскиза (поле выбора профиля) и один или несколько сегментов траектории (поле выбора траектории). По мере добавления сегментов в поле **Путь** отображается их количество, а в главном окне формируется предварительный вид 3D-элемента.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Если необходимо исключить выбранный сегмент траектории, щёлкните по нему ещё раз. Для завершения построения необходимо щёлкнуть мышью в пустом пространстве модели.

Альтернативный способ создания операции — выделить контур эскиза и выбрать команду **Протягивание** на всплывающей панели инструментов, а затем выбрать сегменты траектории.

При выборе незамкнутого контура в качестве профиля будет построено незамкнутое тело — поверхность.

Деталь. Параметр, определяющий конкретный объект, к которому применяется определённая операция в процессе моделирования или проектирования.

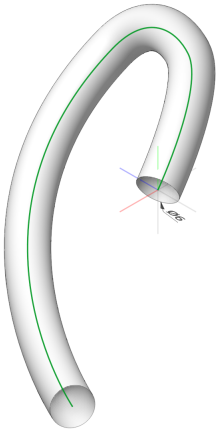
Тип протягивания. Определяется профилем чертежа.

Профиль. Определяется профилем чертежа.

Путь. Это кривая, вдоль которой перемещается 2D-профиль для создания 3D-объекта.

Тонкая стена. Аналогично функции **Выдавливание**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Скрутить. Аналогично функции Выдавливание.

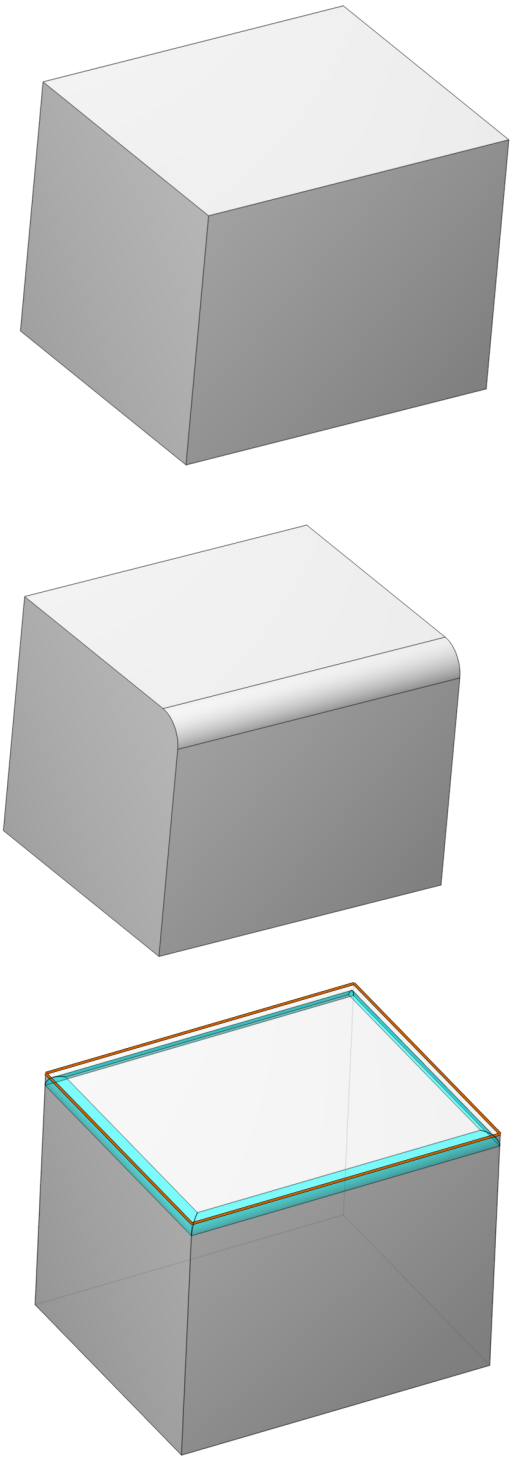
Шаблон. Аналогично функции Выдавливание.

Скругление. Скруглите острые углы модели.

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

1. Щёлкните по краю детали, чтобы добавить его в список. Скругление будет распространено на касательные края. Дважды щёлкните по краю, чтобы выбрать похожие края.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Удалить скругления. Щелкните по добавленному ребру, чтобы удалить его из списка.

DEL. Нажмите клавишу DEL на клавиатуре, чтобы очистить список рёбер.

ПКМ, ЛКМ: Выход.

Ребра. Ребра для скругления

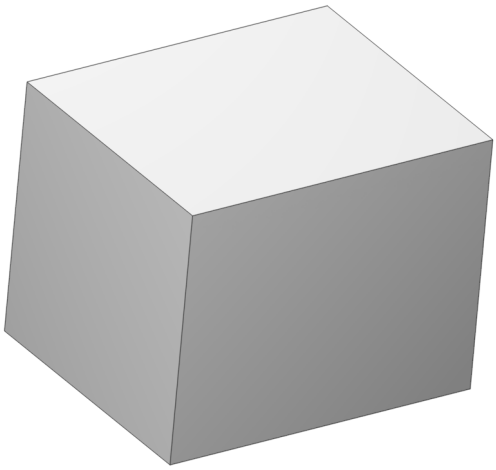
Радиус. Радиус скругления

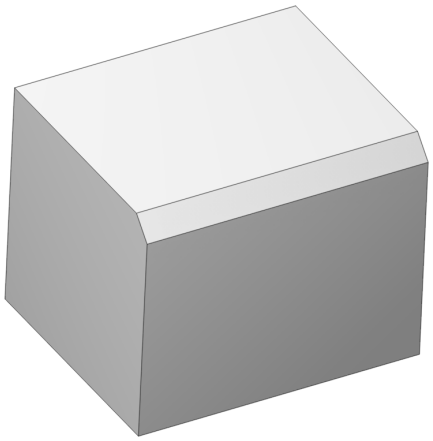
Фаска. Снять фаску с острых углов модели.

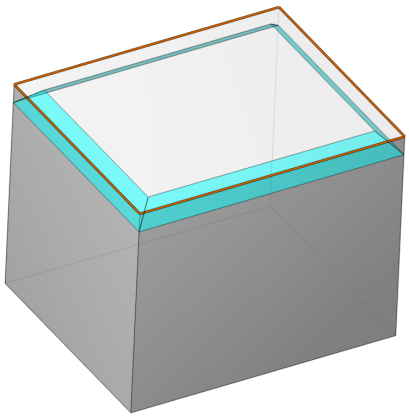
Нажмите здесь, чтобы развернуть.

a. Щёлкните по ребру детали, чтобы добавить его в список. Фаска будет распространена на касательные края. Дважды щёлкните по ребру, чтобы выбрать похожие ребра.

© 2025 ООО СПРУТ Технология







Удалить фаску: Щёлкните по добавленному ребру, чтобы удалить его из списка.

DEL: Нажмите клавишу DEL на клавиатуре, чтобы очистить список рёбер.

ПКМ, ЛКМ: Выход.

Ребра. Ребра для фаски

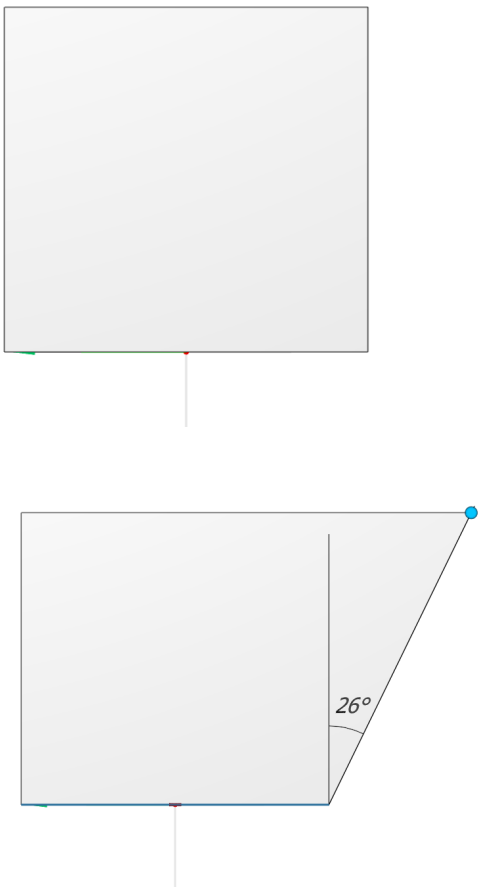
Размер. Определяет размер фаски

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Уклон. Наклон выбранных поверхностей относительно заданной плоскости.

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

1.Выберите поверхность для уклона. Щелкните поверхность детали, чтобы добавить или удалить ее из списка поверхностей.

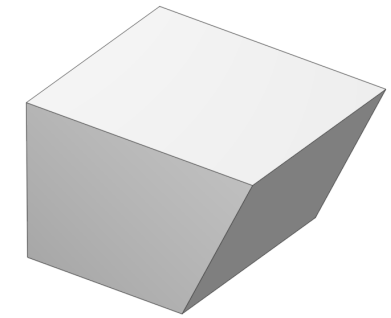


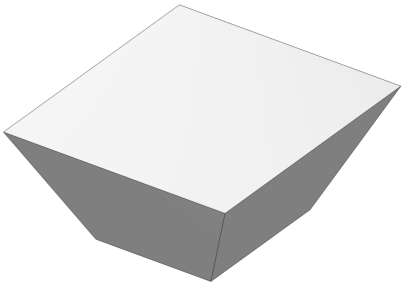
ПКМ, ЛКМ: Выход.

Поверхность. Щелкните, чтобы выбрать поверхность для уклона.

Распространить по элементу. Распространите уклон на все поверхности операции построения.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



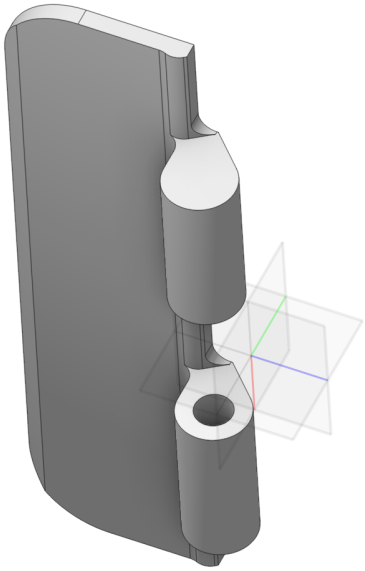


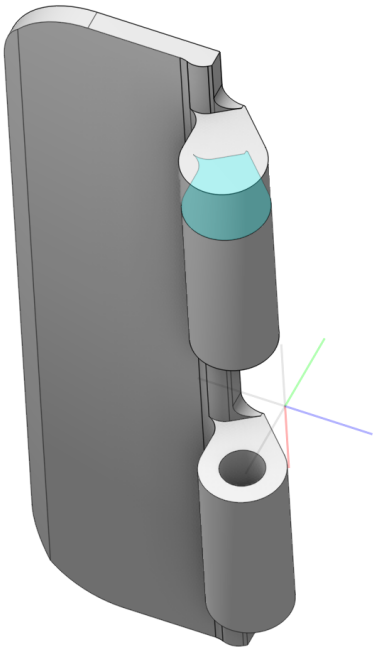
Угол. Введите угол наклона поверхности

Смещение. Эта функция позволяет смещать выбранную поверхность на заданное расстояние. Ее можно использовать для создания заготовки**.** Узнать больше(see page 394)

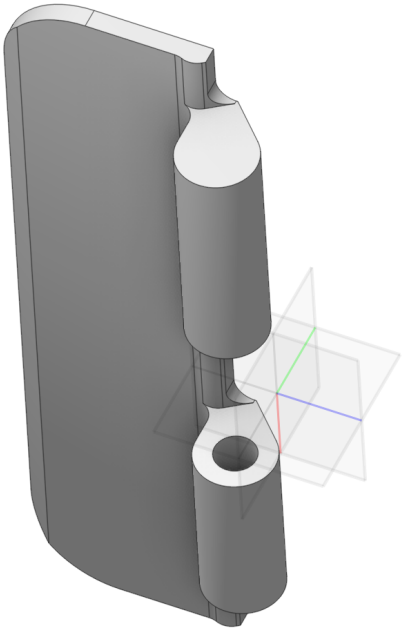
Нажмите здесь, чтобы развернуть.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





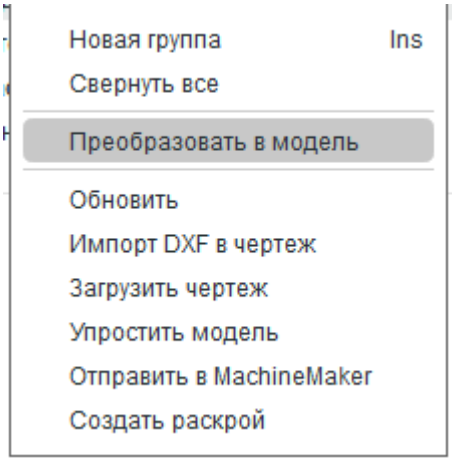
© 2025 ООО СПРУТ Технология

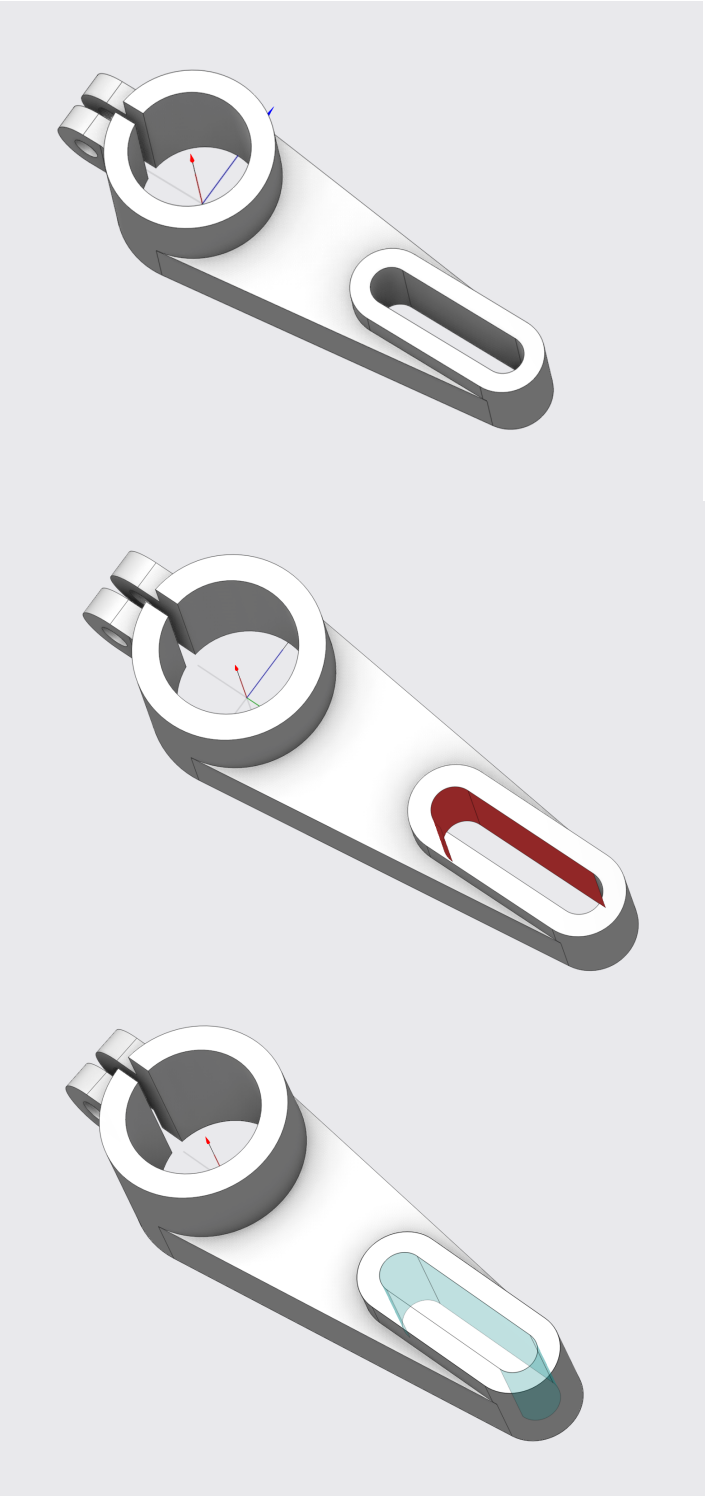


Удалить поверхность. Удаление элементов детали (отверстий, пазов, фаски и т.д.) Может использоваться для создания заготовки. Узнать больше(see page 394)

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

Используйте его с опцией Преобразовать в модель. (Опция позволяет преобразовать модель и открыть ее в режиме Модель)





Поверхности. Определяет выбранные поверхности

Самопересечение.

Массив. Повторите или создайте линейный или круговой шаблон данной детали. В окне выберите модель и укажите тип размножения. Шаблоны размножения описаны в разделе Выдавливание.

Комбинация. Объедините две части с помощью логического сложения, вычитания или пересечения. В результате получится

© 2025 ООО СПРУТ Технология

одно тело из двух. Работает аналогично функции выдавливания, только с деталями.

Нажмите здесь, чтобы развернуть.

Заготовка. Выберите часть модели, используемую в качестве заготовки

Инструмент. Выберите часть модели, используемую в качестве инструмента

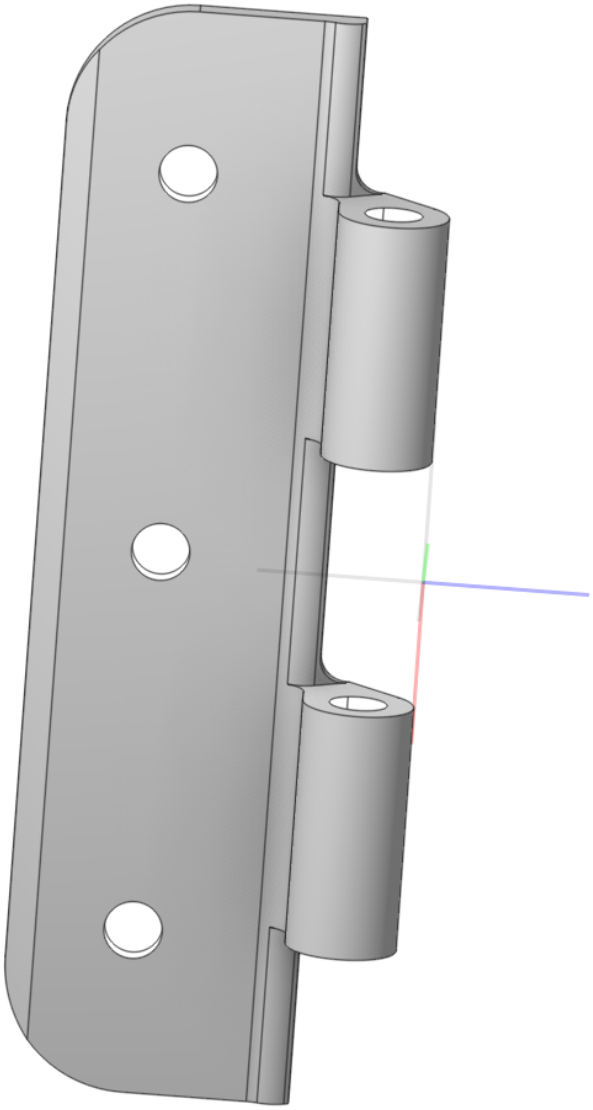
Сохранить инструмент. Сохраните инструмент в модели после его объединения с заготовкой. Позволяет сохранить вторую деталь в дереве.

Масштабирование. Масштабируйте всю модель, указав масштабный коэффициент или введя новое измерение модели.

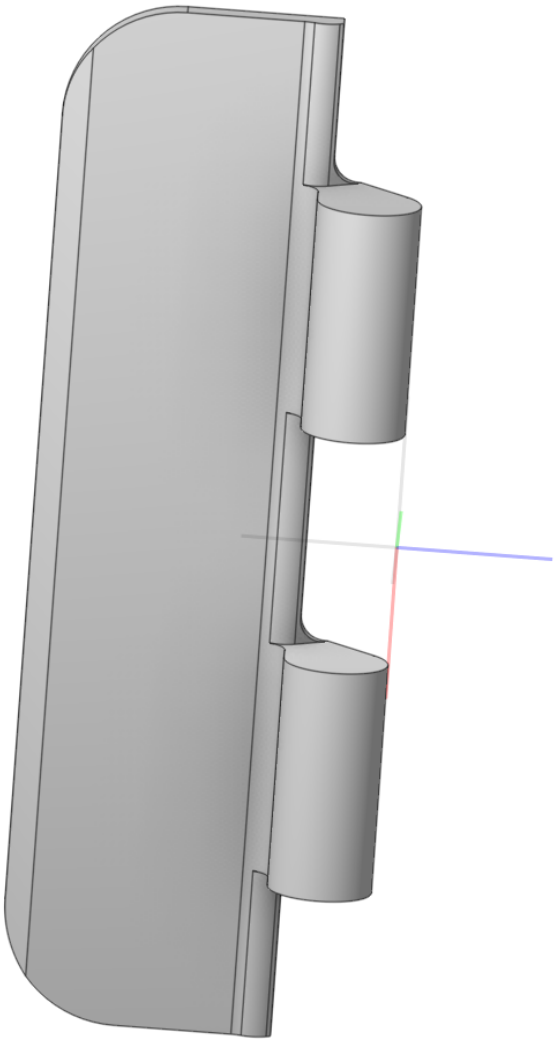
Загрузить модель. Позволяет загружать внутренний формат (*.gsm) и примеры проектов. Появилась кнопка **Новая модель**, которая позволяет очистить режим 3D.

Сохранить модель. Позволяет сохранять во внутреннем формате (*.gsm) и экспортировать в формат (*.stp).

4.5.5 Как создать заготовку из 3D-модели детали



© 2025 ООО СПРУТ Технология

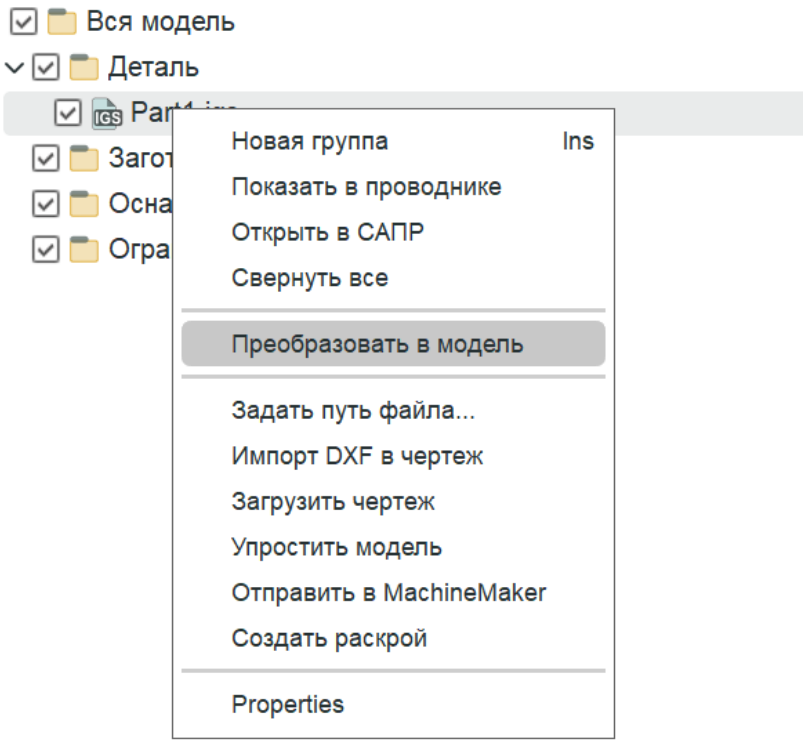


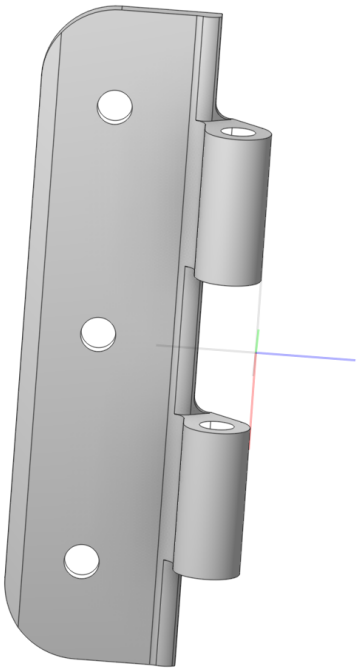
4.5.5.1 **Область применения:**

Это позволит вам быстро создать заготовку или упростить модель (удалить отверстие, карман и т. д.) для упрощения обработки. Функция работает с внешними файлами из других CAD-систем.

Процесс создания заготовки из 3D-модели детали включает следующие этапы:

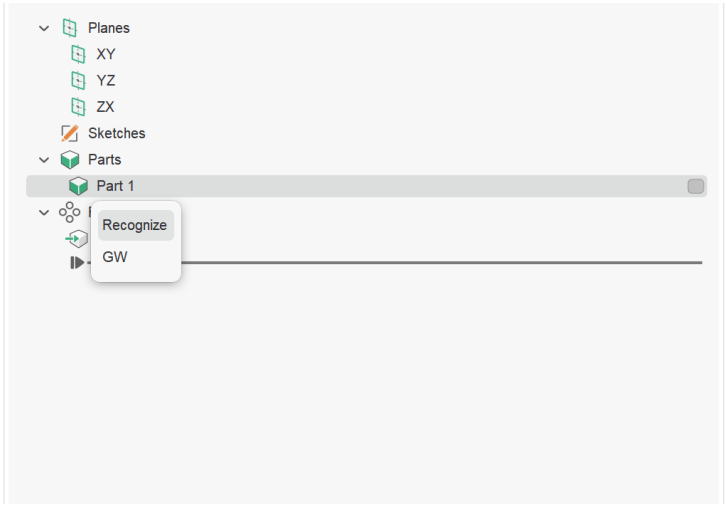
1.Конвертация 3D-модели в формат CAM-системы. Это требует щелчка правой кнопкой мыши по модели в дереве моделей и выбора опции **Преобразовать в Модель**.



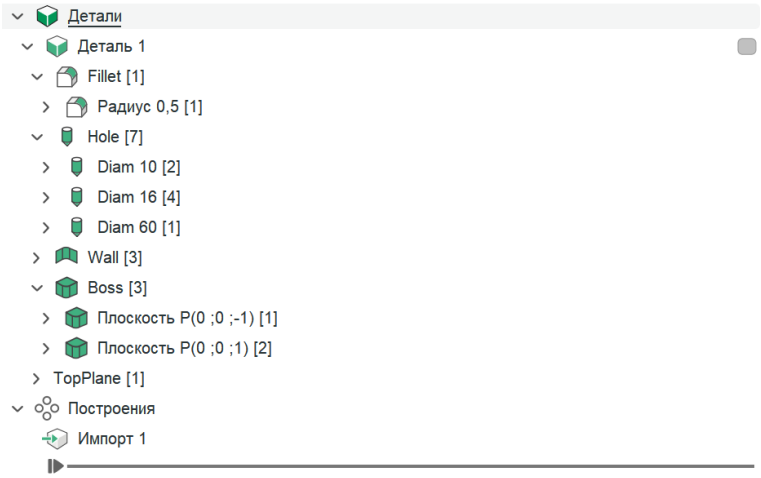


2.После того как модель откроется в режиме **Модель**, щелкните правой кнопкой мыши по модели в дереве построения и выберите опцию **Распознать**.

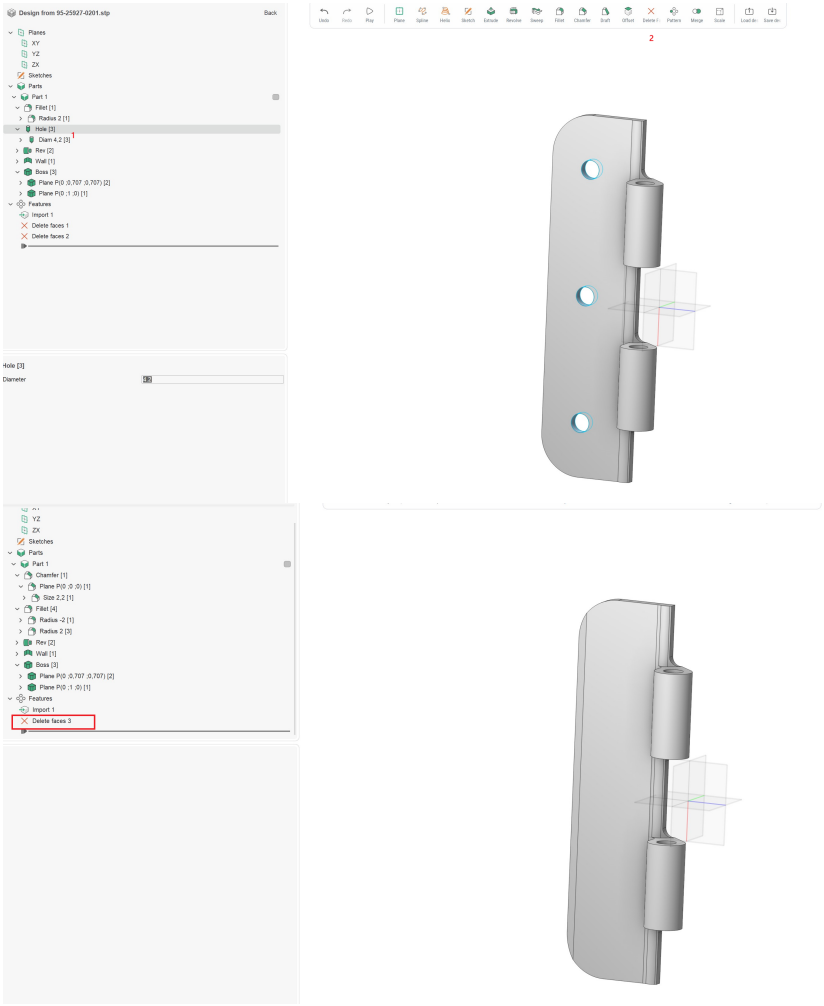
© 2025 ООО СПРУТ Технология



3. После этого типовые элементы, такие как отверстия, карманы и другие, будут выделены в дереве построения.

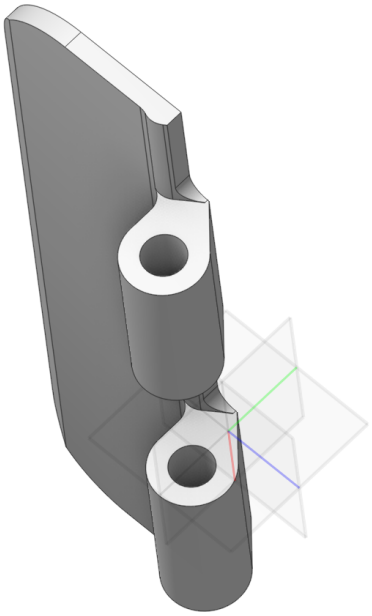


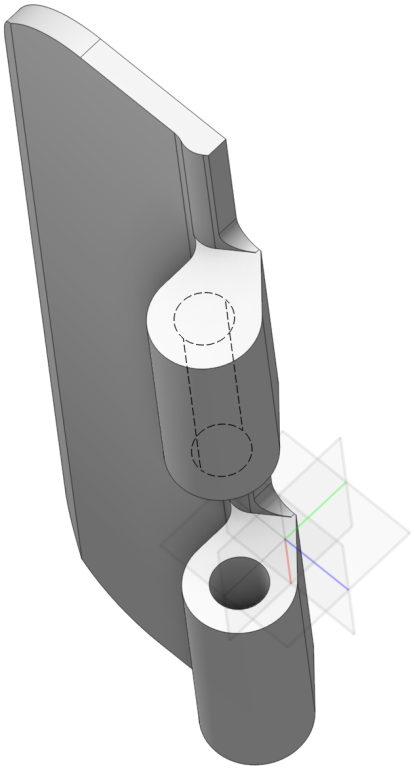
4.С помощью инструментов **Удалить** или **Смещения** вы можете создать заготовку в соответствии с вашими требованиями.



Вы также можете выбрать отдельную поверхность для её упрощения. Для этого используйте функцию **Удаление поверхности**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

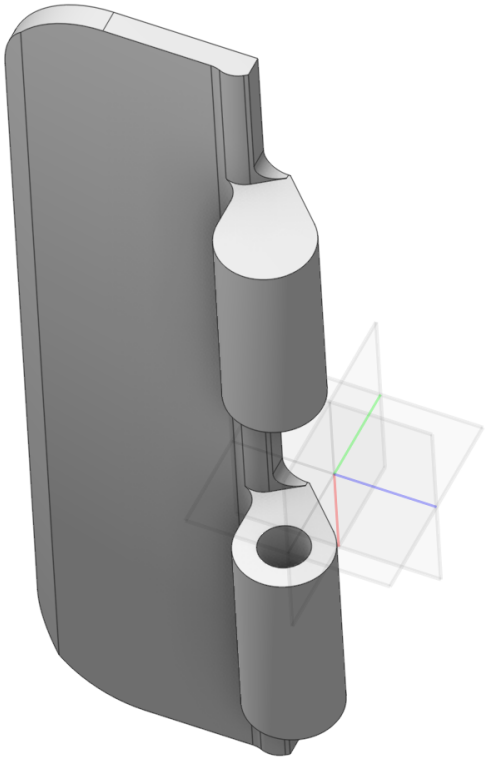




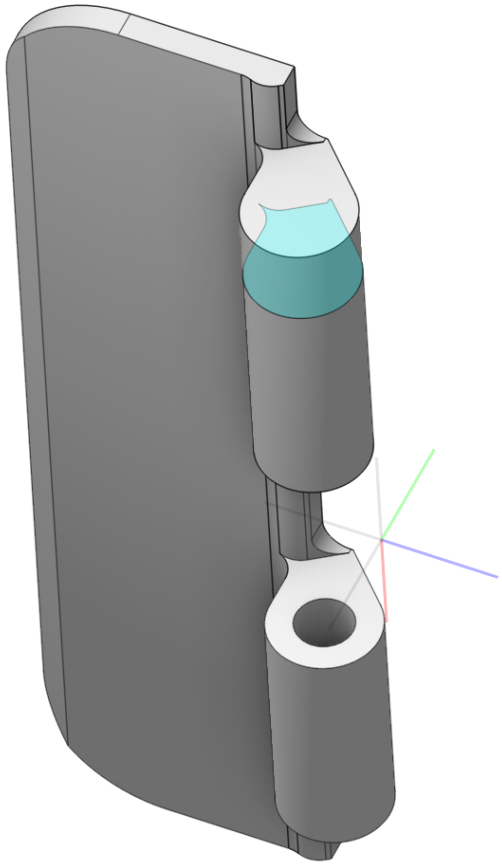
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Если вам также необходимо выполнить смещение поверхности, используйте функцию Смещение.

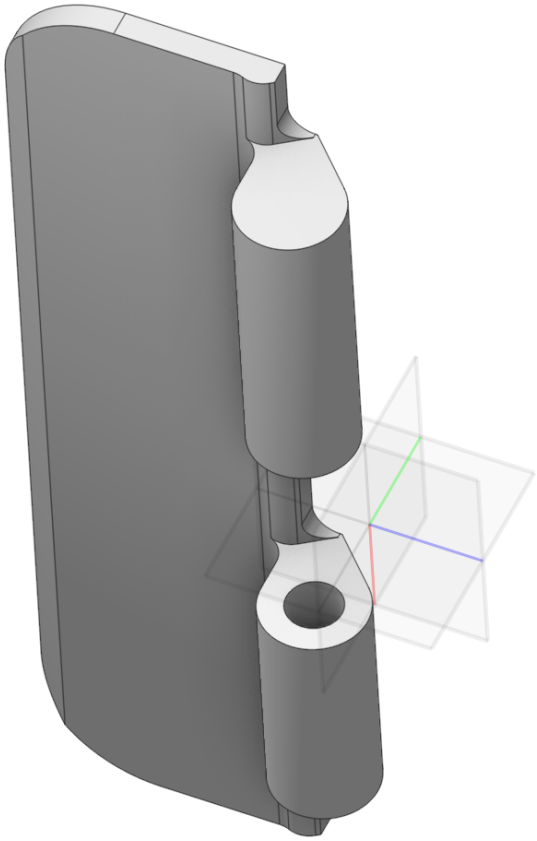
© 2025 ООО СПРУТ Технология



© 2025 ООО СПРУТ Технология



© 2025 ООО СПРУТ Технология



© 2025 ООО СПРУТ Технология

5 Создание технологии обработки

Смотри вложенные страницы

5.1 Общие принципы формирования технологии обработки

Процесс создания технологии обработки в СПРУТКАМ обычно состоит из следующих последовательных шагов:

1. Выбор и настройка параметров станка(see page 408). При необходимости этому предшествует создание кинематической схемы станка в формате СПРУТКАМ.
    - При открытии СПРУТКАМ загружает последний использованный станок. Если вам нужен другой станок и у вас есть готовая схема в формате СПРУТКАМ, добавьте папку со станком в список для поиска библиотеки станков и затем выберите добавленный станок.
    - В случае если нужный станок отсутствует в библиотеке, можно создать новую кинематическую схему с помощью СПРУТКАМ MachineMaker[10] или вручную редактируя .xml файлы в папке станка.
2. Импорт геометрических моделей детали, заготовки и оснастки(see page 429). СПРУТКАМ поддерживает Многодетальные проекты(see page 698), также с помощью **Установов** можно задать различные положения для одной и той же детали в проекте (ниже более подробная информация об установах и структуре проекта в СПРУТКАМ).
3. Создание последовательности технологических операций(see page 411), описывающих основные этапы обработки. Затем система рассчитывает траекторию движения инструмента и добавляет необходимые технологические команды для получения управляющей программы, удовлетворяющей всем заданным требованиям. С помощью встроенного постпроцессора(see page 419) можно сгенерировать конечный результат - управляющую программу для станка.

Ниже представлена краткая информация о базовых параметрах технологии обработки в СПРУТКАМ.

5.1.1 Схема станка

Кинематическая схема **станка** в СПРУТКАМ представляет собой иерархический список узлов в .xml файле. Каждый узел описывает линейную или поворотную ось станка, коннектор инструмента или держатель заготовки. Для узла можно указать файл 3d модели данной части станка.

5.1.2 Последовательность обработки

Операция является базовой единицей технологического процесса в СПРУТКАМ, которая определяет конкретный способ обработки/производства. Основными параметрами большинства операций являются:

1. Режущий инструмент
2. Рабочее задание(see page 499), состоящее из геометрических объектов, таких как сплайны, грани, ребра и т.д. Эти объекты определяют траекторию операции
3. Стратегия и прочие параметры

10 https://docs.sprut.ru/MachineMaker/18/mill/ru/2.html

© 2025 ООО СПРУТ Технология

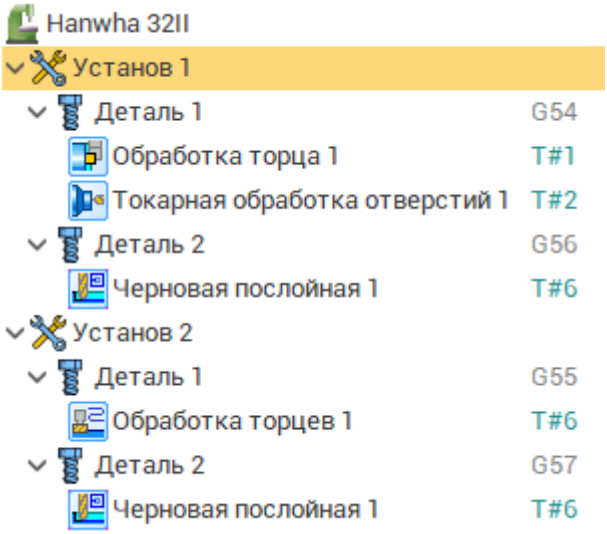
В статье Формирование последовательности операций(see page 411) приведена информация об общем пользовательском интерфейсе операций.

5.1.3 Дерево операций

Последовательность обработки в СПРУТКАМ организована в виде иерархического дерева с операциями в виде узлов. Дерево обработки может иметь произвольную сложность для соответствия требованиям технологического процесса. Пример такого дерева показан ниже.

В системе базовым узлом дерева техпроцесса является <СПРУТКАМОперация>. Именно операция определяет стратегию обработки детали и объединяет в себе набор параметров, индивидуальный для каждого типа обработки(see page 711).

Для структурирования последовательности обработки используются группы операций, такие как **Деталь** и **Установ**, которые могут содержать внутри себя другие операции.



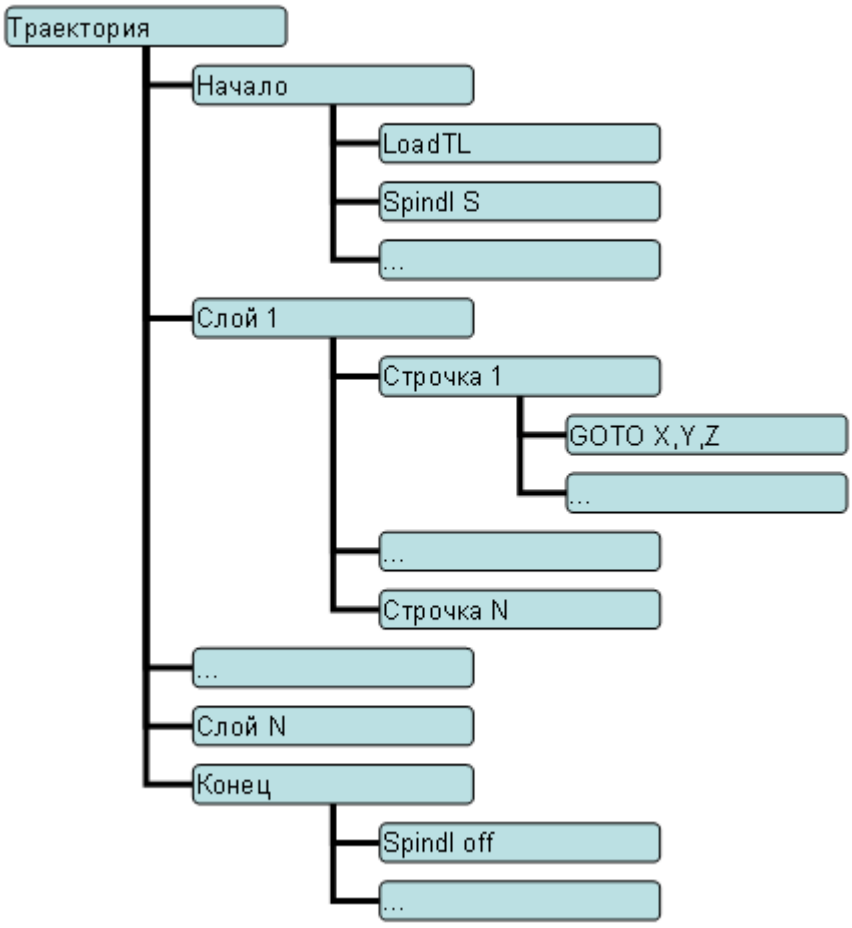
Пример дерева операций.

5.1.4 Траектория операции

При окончательной детализации траектория перемещения инструмента является последовательностью технологических команд в формате <CLDATA> (Cutter location data – данные траектории перемещения режущего инструмента). Она содержит не только элементарные команды на перемещение инструмента, но и технологические команды переключения подач, включения/выключения шпинделя, охлаждения и т.д. Траектория отдельной операции также представляется в виде иерархической структуры, т.е. элементарные команды объединены в группы, состав и структура которых зависит от типа операции.

Задание всех параметров, необходимых для генерации траектории, осуществляется на закладке <Технология(see page 104)> в главном окне системы(see page 75).

Например, структура черновой построчной операции(see page 895) имеет следующий вид:



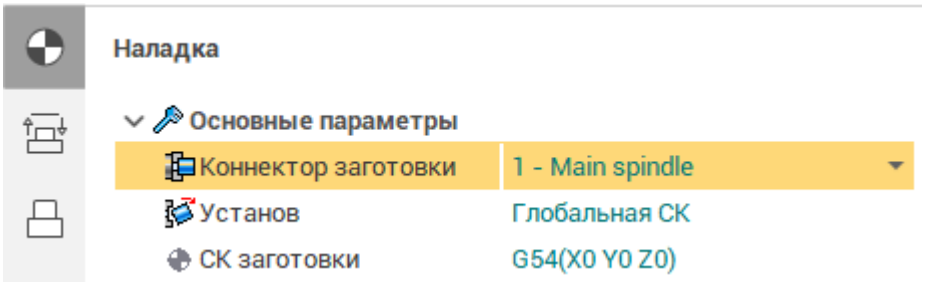
5.1.5 Установы

Установ — это специальная группа операций по обработке уже размещенной детали (деталей). Если вам нужна ручная фиксация детали, вам нужно создать еще один установ с нужным расположением детали. Новый установ содержит все те же детали, что и предыдущий установ. Все детали могут быть перевернуты или закреплены в другом месте, но исходная заготовка для этих деталей берется как результат обработки предыдущего этапа. Если создать/удалить/переименовать деталь в установе, она будет создана/удалена/переименована во всех последующих установах.

Положение заготовки определяется параметрами <**Коннектор заготовки**> и <**Установ**>. Если установ содержит внутри себя одну или несколько деталей, то эти параметры должны быть заданы в самих деталях (в установе они становятся скрытыми). Операции, находящиеся внутри установа или группы детали, не имеют этих параметров, т. к. работают с фиксированной заготовкой (только специальные Операции по перемещению деталей(see page 1445) также могут изменить положение заготовки). Если эти параметры были изменены для обычной операции в проекте более старой версии, то после открытия такого проекта активируется специальный режим совместимости, который включает параметры настройки положения заготовки для таких операций.

Станок (самая первая "операция" в дереве) также имеет параметры, позволяющие изменить положение заготовки - для обычного режима работы с одной деталью.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Параметры заготовки в операции "Установ"

Сопутствующие ссылки:

Выбор технологического оборудования и изменение его характеристик(see page 408)

Многодетальные проекты(see page 698)

Формирование последовательности операций(see page 411)

Создание новой операции(see page 414)

Выполнение операции(see page 418)

Генерация управляющей программы(see page 419)

Генерация расчетно-технологической карты(see page 421)

Типовые технологические процессы(see page 426)

Настройка технологических операций(see page 427)

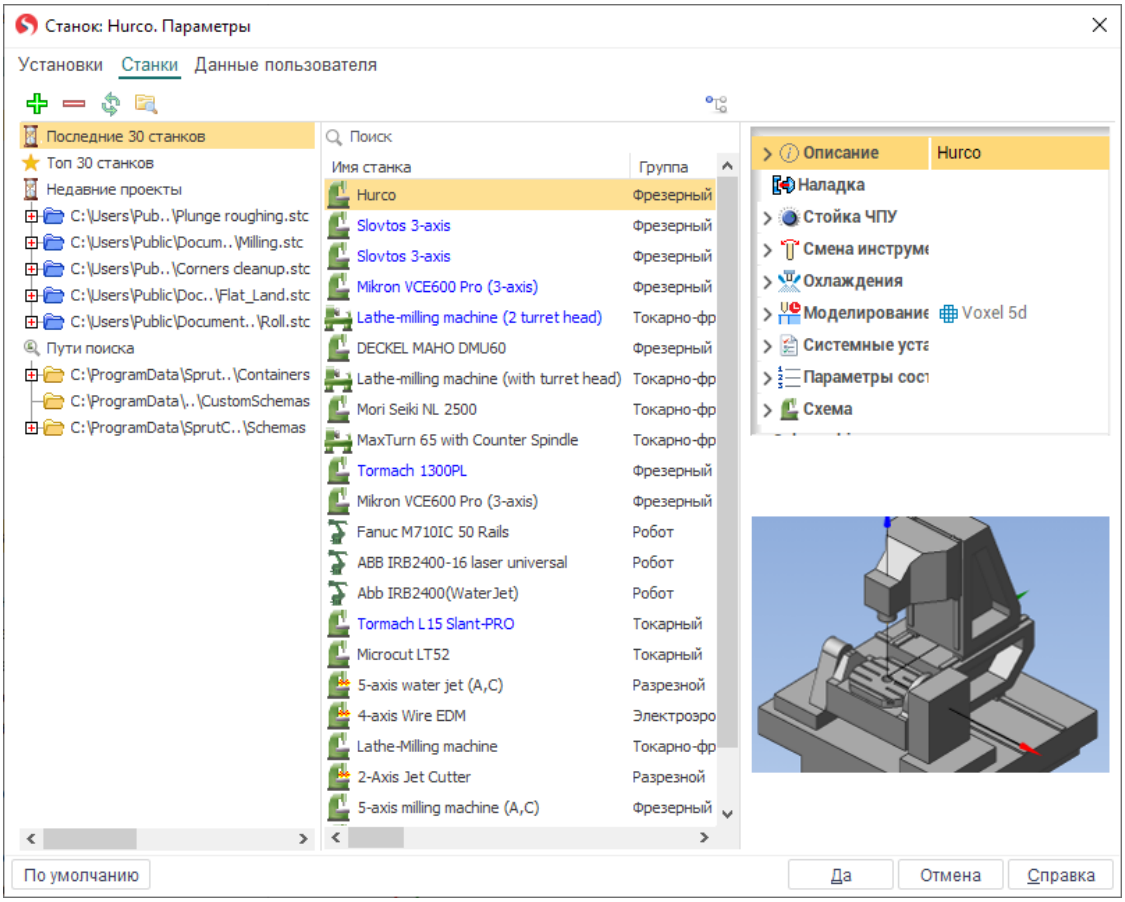
Перечень типов технологических операций(see page 711)

Создание вспомогательной технологической операции(see page 454)

5.1.6 Выбор технологического оборудования и изменение его характеристик

Проектирование технологического процесса начинается с выбора станка, на котором будет производиться обработка. От типа станка и его параметров зависят набор доступных операций(see page 711), их возможности, параметры по умолчанию и дальнейшее поведение системы. Например, если выбран токарный станок, то доступны только токарные операции, если фрезерный – только фрезерные, а если токарно-фрезерный, то доступны и фрезерные, и токарные операции. При выборе 5ти-координатного фрезерного станка у ряда 3D операций появляется возможность позиционирования поворотной головки и т.д.

Для смены станка необходимо выбрать корневой узел технологического процесса, нажать кнопку <Параметры> и выбрать закладку <Станки>.



В левой части открывшегося окна расположен список папок в которых осуществляется поиск файлов станков (они объединены в группу Пути поиска), а также три специальные группы:

- Последние 30 станков. Список из 30 станков, которые использовались последними на данном компьютере, отсортированный по дате последнего использования (после первой установки на новый компьютер в нем находятся станки, выбранные по усмотрению поставщика программы).
- Топ 30 станков. Список из самых часто используемых на данном компьютере станков, отсортированный по частоте использования (после первой установки на новый компьютер в нем находятся станки, выбранные по усмотрению поставщика программы).
- **Недавние проекты**. Список из нескольких недавно открывавшихся проектов. Они могут содержать станки, и вы можете использовать любой из них.

При выборе одной из групп или папок в левом списке на панели в средней части окна отобразятся станки, находящиеся в данной группе или папке. Чтобы установить нужный станок, просто выберите один из станков в данном списке и нажмите кнопку "Да". При выделении того или иного станка на панели в правой части окна показываются его свойства и изображение.

В верхней части окна расположена панель инструментов с кнопками для управления списками станков и папок.

- - позволяет добавить папку в список путей поиска станков. По нажатию кнопки открывается стандартный диалог выбора папки. Вы можете добавить свою папку где храните все свои станки.
- - удаляет выделенную папку из списка путей для поиска.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

-  - производит поиск файлов станков в указанных папках и обновляет список. Такая же процедура выполняется автоматически при открытии окна выбора станков.
-  - открывает папку выделенного станка, либо выделенную папку в проводнике Windows.
-  - выделяет в левой панели папку в которой лежит выбранный в правой панели станок. Позволяет быстро определить, где лежит файл станка.

При нажатии на кнопку Отмена окно закрывается, все действия произведенные со списком станков и с текущим станком не сохраняются.

В инспекторе свойств станка отображается множество параметров. Некоторые основные свойства перечислены ниже.

Поля <Название>, <Комментарий>, <Разработчик> и <Стойка ЧПУ> заполняются разработчиком описателя станка.

Поле <Файл постпроцессора> задает имя файла постпроцессора, который будет использоваться по умолчанию при генерации управляющих программ.

Поле <Файл интерпретатора> задает имя файла интерпретатора, который будет использоваться для моделирования обработки по управляющей программе(see page 1616).

Поле <Библиотека инструментов> задает имя файла библиотеки инструментов, из которой будет выбираться инструмент для всех операций техпроцесса. Библиотека используется как при автоматической первоначальной установке инструмента при создании операции, так и при задании инструмента через окно параметров.

В группе <Стойка ЧПУ> задаются ограничения определяемые стойкой ЧПУ станка. Координаты в командах CLDATA округляются до указанной точности. При расчете траектории команда перемещения инструмента не будет сформирована в том случае, если величина перемещения меньше указанной точности. При отсутствии флажка в поле «**Использовать дуги**» в процессе расчета траектории будут формироваться только линейные перемещения. Если флажок установлен, то будут формироваться дуги, лежащие в разрешенных плоскостях и имеющие длину больше, чем Минимальная длина дуги, и с радиусом меньше Максимального радиуса. Остальные дуги окружностей будут аппроксимированы отрезками.

Поля в группе <Смена инструмента> задают координаты точки смены инструмента, которые будут использоваться при расчете УП, а также последовательность перехода в них.

Секция <Схема> определяет конструкцию станка и наличие различных приспособлений, таких как поворотный стол, поворотная головка и т.д.

Станок описывается как дерево узлов, перемещающихся относительно друг друга. Корневой узел «схема» соответствует станине станка. Внутри схемы перечислены те узлы, которые прикреплены непосредственно к станине. В свою очередь внутри каждого узла перечисляются подузлы осуществляющие элементарные перемещения относительно узла-владельца. Концевыми узлами дерева обязательно является заготовка или режущий инструмент. Способ и направление перемещения узла задается его полями. Адрес описывает префикс, с помощью которого осуществляется изменение положения данного узла из управляющей программы. Характер перемещений определяет тип движения данного узла относительно родительского: линейный или поворотный. Поля мин и макс задают соответственно минимальные и максимальные координаты по данной оси. Направление задает вектор линейных перемещений или же направление оси поворотных перемещений. Точка определяет координаты точки в системе координат станка, через которую проходит ось.

В дистрибутиве системы имеется обширный набор станков и роботов самых различных групп. Однако если структура ни одного из имеющихся станков для вас не подходит, то

для конфигурирования системы следует обратиться к вашему дилеру или в службу технической поддержки(see page 28).

Описание конфигурации станка хранится в специальных xml-файлах. Они, в свою очередь, могут ссылаться на 3D модели узлов станка, которые обычно находятся в отдельных файлах *.osd или *.stl, а также на вспомогательные *.xml и *.supplement файлы в той же папке, что и файл станка. Иногда файлы станка могут быть помещены внутрь зашифрованного zip-архива с расширением *.stfc, а также могут располагаться внутри файлов проектов *.stcp.

Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.1.7 Формирование последовательности операций

Прежде чем приступить к формированию последовательности операций необходимо задать обрабатываемую деталь, заготовку и оснастку(see page 429) для всего технологического процесса. То есть, сначала следует определить, что требуется получить (деталь), из чего (заготовка), а потом уже как этого достичь (последовательность обработки).

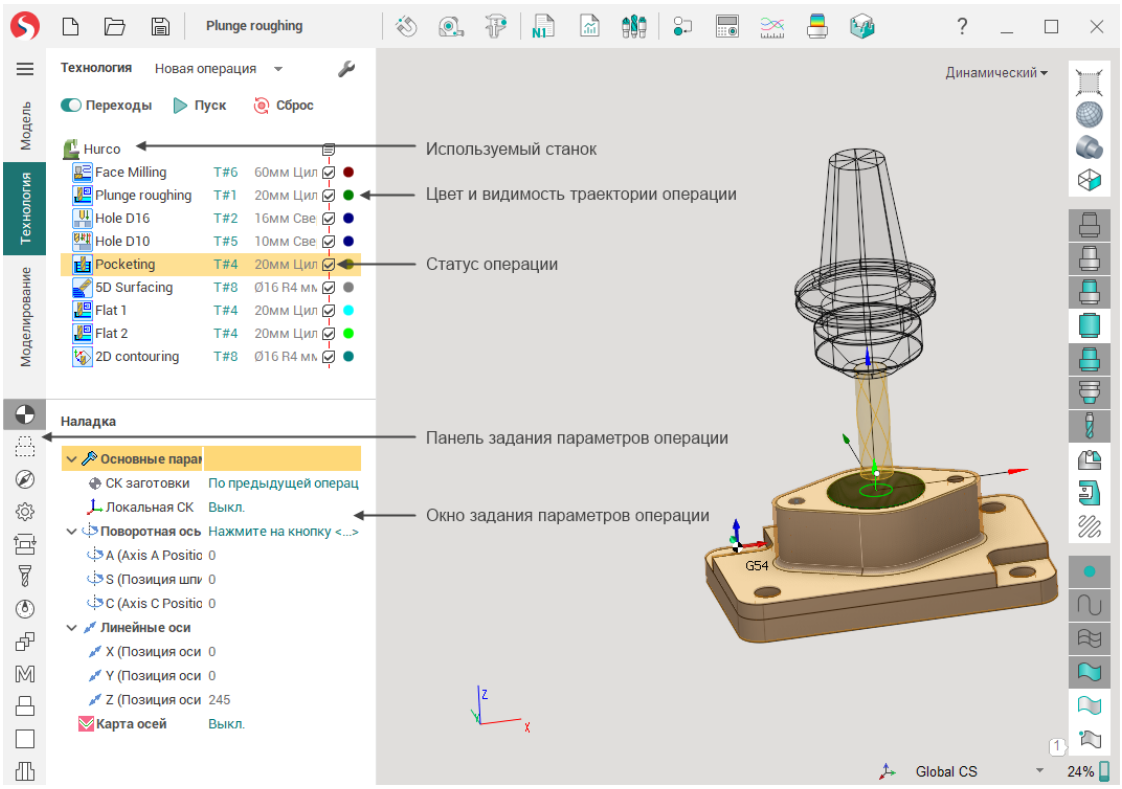
<Деталь(see page 730)> техпроцесса будет контролироваться большинством создаваемых в дальнейшем операций вне зависимости от того, обрабатывает указанная операция всю деталь либо какую-то её часть.

<Заготовка(see page 732)> техпроцесса обязательно должна быть указана, исключение составляет лишь случаи обработки элементов исключительно чистовыми операциями без учёта начальной и промежуточных заготовок. Модель заготовки обязательно твёрдотельная, т.е. ограничивает замкнутый объем пространства. При добавлении поверхностной модели производится сшивка с указанной точностью или замыкание до указанного уровня. Заготовка также может быть задана телами, построенными на базе кривых или описанными вокруг детали. Она определяет исходную геометрическую форму обрабатываемого материала, которая изменяется при переходе от операции к операции. Таким образом, заготовка каждой последующей операции является результатом обработки предыдущей. Соответственно, при изменении текущей операции меняются исходные данные для расчета последующих операций, что приводит к их сбросу. Заготовка техпроцесса также используется в режиме моделирования в качестве исходной заготовки.

<Оснастка(see page 694)> техпроцесса должна определять начальные ограничения на обработку. Если в операциях не переопределять положение оснастки, то эти ограничения будут распространяться на все операции.

<Результат обработки(see page 734)> – материал, оставшийся после обработки начальной <Заготовки> операции. Узел добавлен для возможности визуального контроля остаточного материала и для прозрачности ссылки в <Заготовке> последующей операции на <Результат обработки> предыдущей. Узел рассчитывается автоматически и его параметры не редактируются. Если траектория операции не посчитана, то в качестве <Результата обработки> выдаётся неизменённая модель начальной <Заготовки> операции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



В режиме технологии верхняя половина окна содержит структурированную последовательность технологических операций и узлы для доступа к основным параметрам. В нижней части окна отображаются параметры выбранного элемента

- <Новая> – открывает окно создания новой операции(see page 414). Если текущей является групповая операция, то новая операция будет создаваться внутри группы. В противном случае, новая операция будет вставлена после текущей.
- <Параметры> открывает окно редактирования параметров текущей операции: инструмент, подача, подход-отход, параметры, стратегия.
- <Пуск> запускает расчет траектории для текущей операции. Если выбранной операцией является группа, то будут рассчитаны все операции внутри нее.
- <Сброс> сбрасывает результаты расчета текущей операции. Если текущей является группа, то будут сброшены все операции внутри нее.

Текущая операция может быть удалена, переименована, скопирована или вырезана в буфер обмена с помощью стандартных клавиш или из контекстного меню:

- [Del] – удалить выбранную операцию;
- [Ctrl+R] – переименовать выбранную операцию;
- [Ctrl+X] – вырезать выбранную операцию в буфер обмена;
- [Ctrl+C] – скопировать выбранную операцию в буфер обмена;
- [Ctrl+V] – вставить операцию из буфера обмена в конце списка текущей группы.

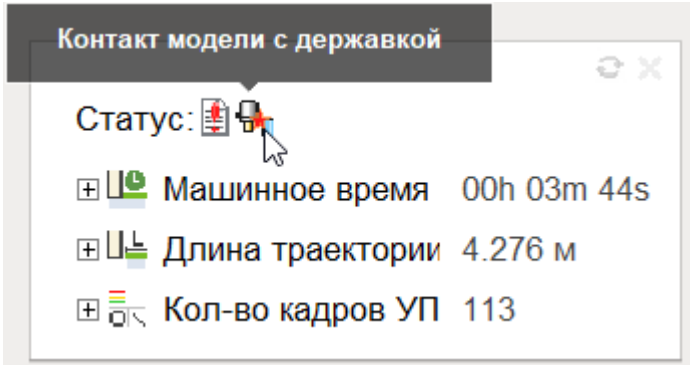
Структура дерева операций может быть изменена с помощью мыши. Для этого необходимо нажать на требуемой операции левую кнопку мыши и удерживая ее переместить операцию в нужное место.

Напротив каждой операции имеется иконка, отображающая статус операции:

- – операция выключена. Она не будет рассчитываться, выводиться в управляющую программу и учитываться операциями доработки остаточного материала. Включить или выключить операцию можно двойным нажатием мыши на иконку её статуса или из контекстного меню. Для этого нужно щелкнуть по ней

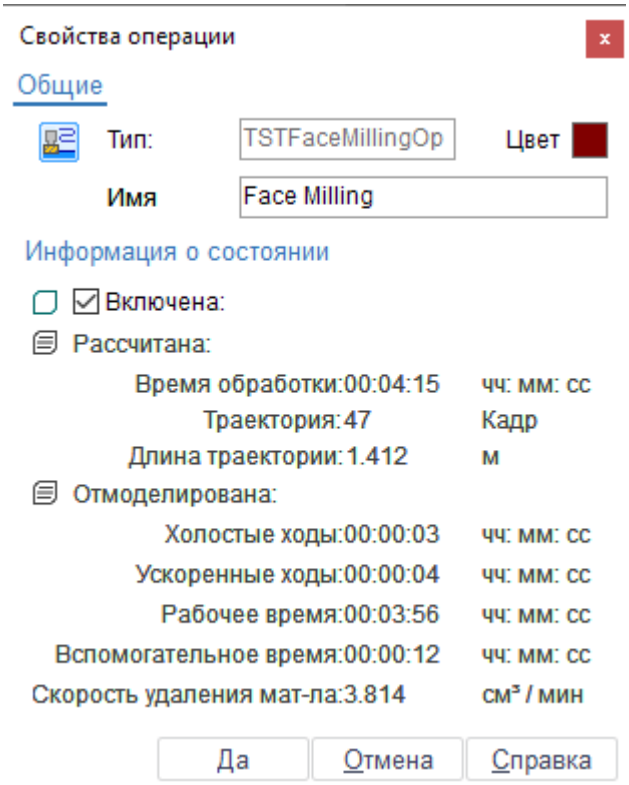
правой кнопкой мыши и выбрать пункт «выключить». Группа операций выключена, если выключены все операции внутри нее;

- – операция не рассчитана (не имеет траектории);
- – операция рассчитана (имеет траекторию), но еще не отмоделирована. Группа операций рассчитана, если рассчитаны все операции внутри нее;
- – операция рассчитана и частично отмоделирована, ошибок моделирования не обнаружено. Частично означает что симуляция была выполнена без контроля столкновений с узлами станка. При этом проверки на зарезы детали, столкновений с оправкой инструмента и выхода за пределы осей станка проведены успешно.
- – операция рассчитана и полностью отмоделирована без ошибок. Зеленая отметка обозначает что моделирование было выполнено с контролем столкновений с узлами станка, а также всеми остальными проверками. Группа операций отмоделирована, если отмоделированы все операции внутри нее.
- – в процессе моделирования операции были обнаружены ошибки. Группа операций помечается ошибочной, если внутри нее есть хотя бы одна ошибочная операция. Щелкните на иконку чтобы открыть панель статуса операции и получить детальную информацию о найденных ошибках.



Более подробно информация об операции, включая ее статус, отображается в окне свойств операции. Для открытия окна необходимо правой кнопкой мыши по операции и в открывшемся контекстном меню выбрать пункт <Свойства…>

© 2025 ООО СПРУТ Технология

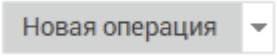


В окне указывается тип операции и соответствующая типу иконка, название операции, цвет траектории. В том случае если операция рассчитана, указывается количество команд в траектории и машинное время. Если операция отмоделирована, указывается информация о времени холостых, рабочих и ускоренных ходов. Если в процессе моделирования были обнаружены ошибки, то указывается информация о характере ошибки.

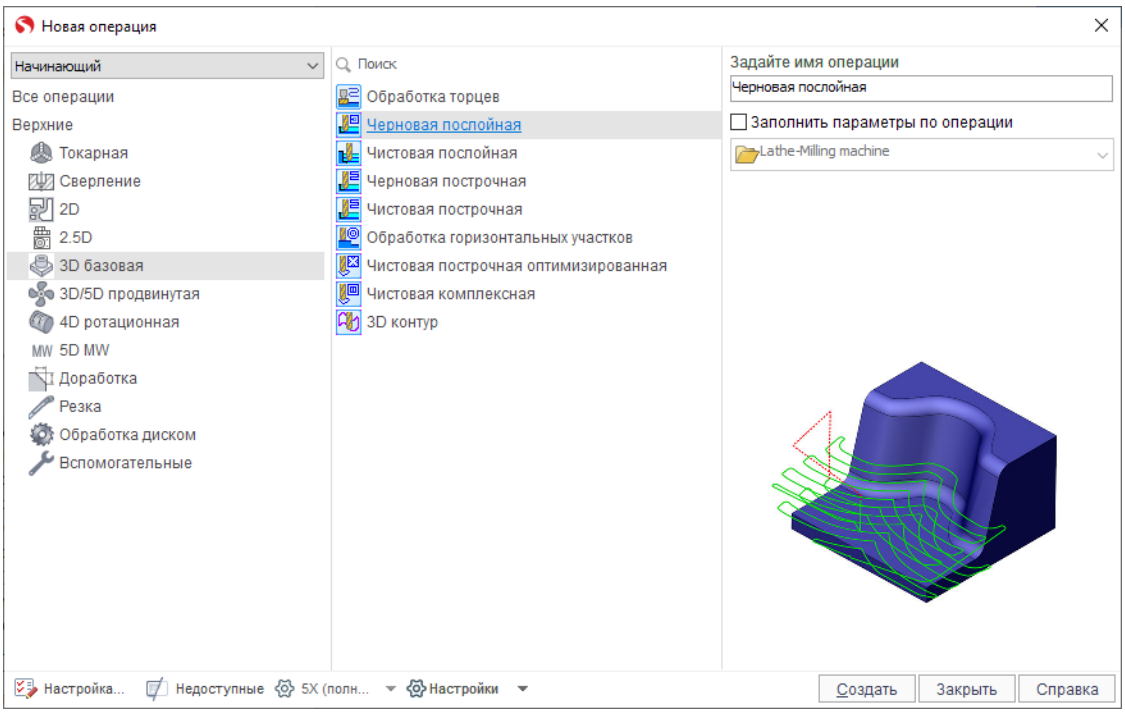
Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.1.8 Создание новой операции

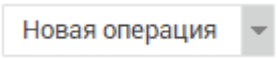
Открытие окна создания новой технологической операции осуществляется нажатием кнопки 

.



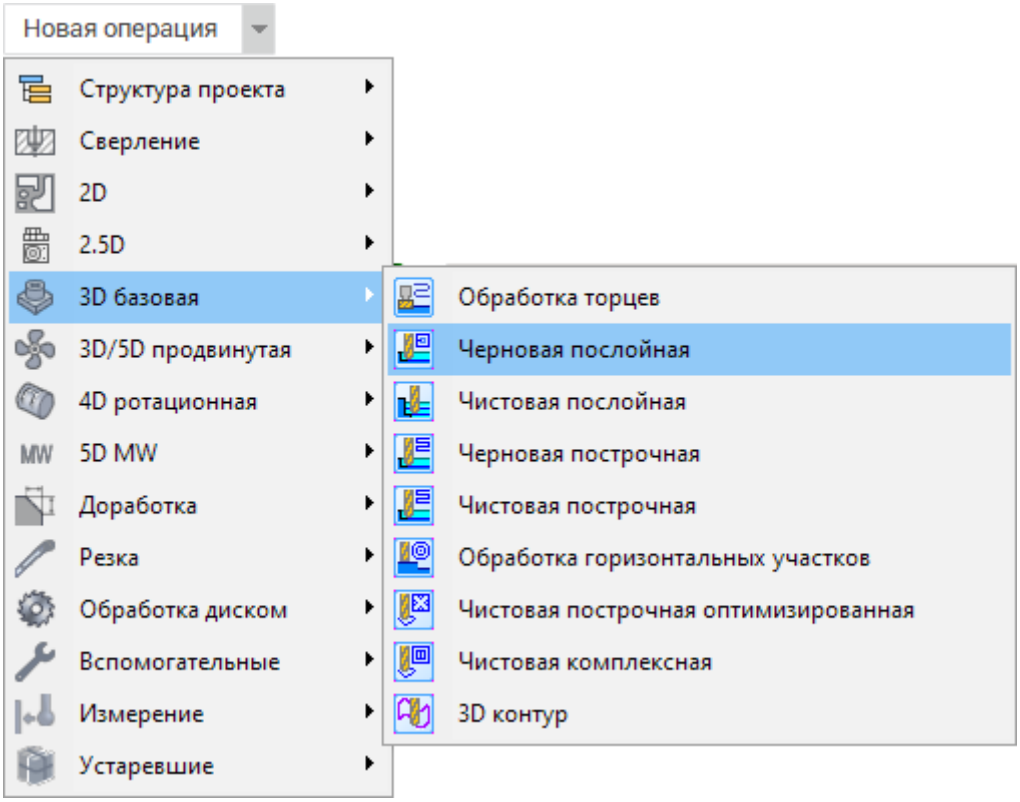
Окно разделено на три части. Слева расположен список групп операций. Здесь можно выбрать одну из групп и на средней панели окна отобразится список операций, которые принадлежат данной группе. Также можно выбрать элемент "Все операции". Тогда в списке операций будут показаны все доступные операции. Для быстрого поиска нужной операции можно также воспользоваться строкой поиска, расположенной над списком операций. При вводе символов в списке операций остаются видимыми только те, в имени которых есть указанная последовательность символов. Для того чтобы создать операцию нужно выбрать ее в списке и нажать на кнопку "Создать", операция будет создана и окно закроется.

При двойном нажатии левой кнопки мыши на операции в техпроцесс добавляется операция соответствующего типа. При этом окно создания операций остаётся открытым.

Существует и более быстрый и удобный способ создания новой операции. Для создания операции можно щелкнуть по стрелке рядом с кнопкой 

и выбрать из появившегося меню тип желаемой операции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Такой способ создания операций существенно ускоряет работу, т.к. исключает необходимость постоянного открытия и закрытия окна.

В правой части окна создания операции отображается информация о выбранной операции. Здесь можно указать имя вновь создаваемой операции (поле "Задайте имя операции"), а также скопировать параметры из другой операции. Достаточно включить галочку <Заполнить параметры по операции>и выбрать нужную операцию из списка. В нижней части панели информации находится картинка, поясняющая смысл операции. Щелчком мыши по картинке можно запустить или остановить воспроизведение информационного видеоролика.

В зависимости от наличия или отсутствия опций лицензии, а также в зависимости от выбранного станка, некоторые операции могут быть невидимыми в списке. Для того чтобы они стали видимыми можно нажать кнопку "Недоступные". В этом случае они отобразятся в списке серым цветом. При выборе такой операции, на панели инфомации отобразятся причины, по которым данная операция недоступна.

По умолчанию операции могут быть разбиты на такие группы как "Черновые", "Чистовые", "Доработки", "Токарные", "5X" и т.п.

<Черновые операции> обеспечивают выборку всего материала заготовки, который находится вне обрабатываемой модели и за пределами запрещенных зон. Как правило, черновые операции используются для первичной выборки материала в случаях, когда форма и размеры обрабатываемой детали значительно отличаются от формы и размеров заготовки.

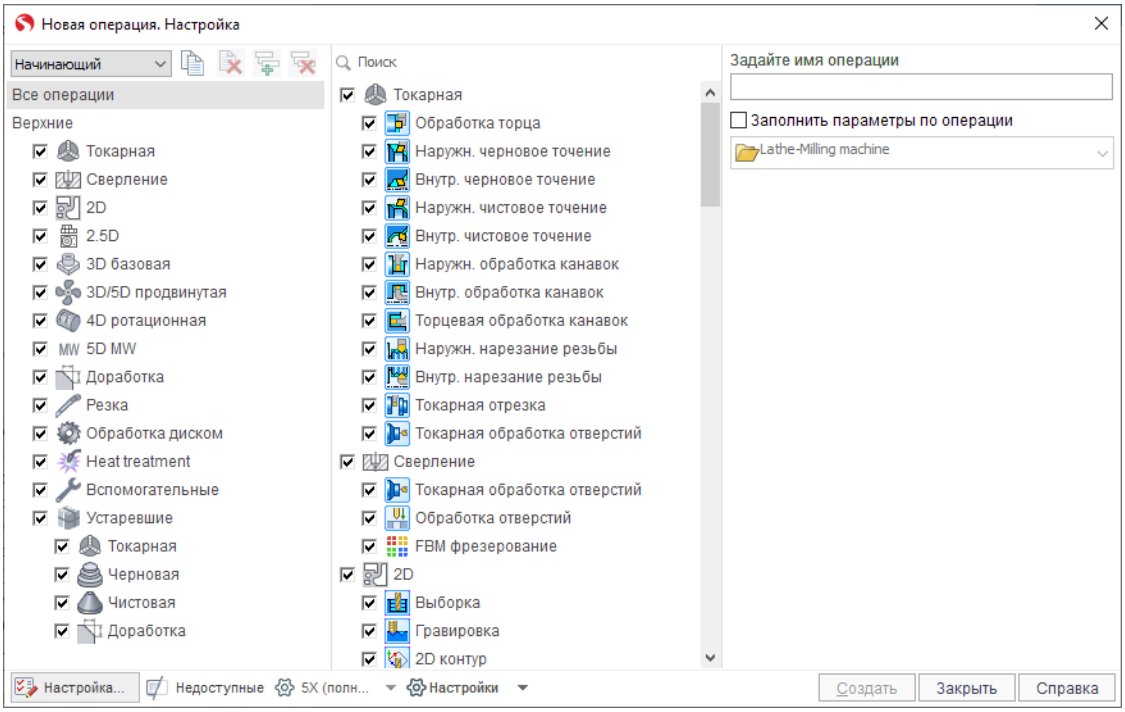
<Чистовые операции> производят только обработку поверхности детали, без выборки материала. При выборе пунктов меню <Комплексная(see page 927)> или <Построчная оптимизированная(see page 913)>
<Комплексная> или <Построчная оптимизированная>
, система создает сразу пару смежных операций с характерными настройками по умолчанию. Обычно чистовые операции используются для окончательного формирования поверхности детали после предварительной (например, черновой) обработки, а также и

без неё в случаях небольшого отличия детали от заготовки или при использовании заготовки из легкообрабатываемого материала.

<Операции доработки> позволяют производить обработку только в тех областях, в которых остался не удаленный материал после обработки предыдущими операциями. При этом создаются те же самые черновые или чистовые операции, только по-другому инициализируются параметры. Черновые операции при доработке производят выборку всего остаточного материала, а чистовые – обрабатывают поверхность детали только в местах недоработок. Операции доработки позволяют оптимизировать обработку сложных деталей. Их целесообразно использовать для черновой или чистовой доработки инструментом другой формы или меньшего диаметра, чем у предыдущих операций.

Другие группы созданы исходя из общего типа обработки включенных в нее операций либо в зависимости от других общих параметров, например лицензии или разработчика операции.

Однако разбивка операций на группы достаточно условная. Вы всегда можете перераспределить операции между группами, создать новые группы, скрыть ненужные операции и группы. Для этого нужно войти в режим редактирования, нажав кнопку "Настройка...".



После этого окно изменится, появятся новые кнопки и галочки рядом с именами операций и групп. Также станет доступным перетаскивание операций между группами. Эти галочки определяют должна ли операция или группа быть видима. Чтобы создать новую или удалить существующую группу нужно нажать на соответствующую кнопку в верхней части окна. Затем можно кликнуть на имя группы и изменить его на любое другое. Также можно перетащить группу в другое место или даже внутрь другой группы.

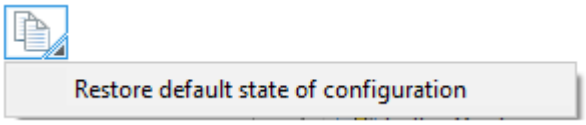
Создать новую операцию с собственными настройками также возможно. Для этого нужно создать экземпляр операции, на основе которой нужно создать новую операцию, закрыть данное окно, поменять настройки этой операции по своему желанию и затем на странице Технология в контекстном меню выбрать пункт "Сохранить как пользовательскую операцию...". После этого появится диалоговое окно в котором можно указать имя файла, в который операция будет записана, и нажать Ok. Затем можно снова открыть окно создания операции и перетащить операцию в нужную группу.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Видимость операций и разбивка их на группы в совокупности с пользовательскими операциями позволяет тонко настроить систему под свои цели. Причем можно создать несколько таких разбивок под разные цели. Здесь они названы конфигурациями операций. Например при работе с одним станком нужен один набор операций, а со вторым - другой. Текущая конфигурация выбирается в выпадающем списке в верхней левой части окна. В режиме настройки можно создать несколько таких конфигураций. Для этого рядом со списком имеются кнопки добавления и удаления.

 удаляет текущую конфигурацию. Последняя конфигурация в списке не может быть удалена.

 добавляет новую конфигурацию, все свойства копируются из текущей конфигурации.



Выпадающее меню на кнопке создания конфигурации позволяет восстановить все группы и видимость операций в их первоначальном виде, как заложено в системе по умолчанию.

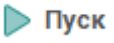
Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.1.9 Выполнение операции

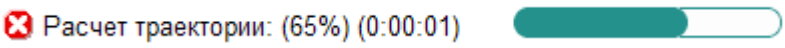
После создания операции(see page 414) система автоматически заполняет значения всех её параметров в соответствии с методом обработки, габаритами детали, настройками системы и т.д., либо копирует значения параметров из ранее созданной операции. Таким образом, операция полностью готова к выполнению сразу после создания.

У технолога имеется возможность проконтролировать и, при необходимости, откорректировать значения параметров текущей операции. Для открытия окон редактирования параметров текущей операции следует воспользоваться кнопкой Параметры. Следует учесть, что изменение параметров операции влечет за собой изменение траектории инструмента и порядка технологических команд. В результате этого, при корректировке значений параметров рассчитанной операции, результаты расчётов будут сброшены. Следовательно, для получения новой траектории операцию необходимо пересчитать.

Запуск на выполнение операции осуществляется нажатием кнопки 

. Расчет траектории для сложных моделей с большим количеством элементарных поверхностей может занять значительное время.

В поле индикатора процесса высвечивается, какая часть расчетов выполнена на данный момент.



Выполнение операции может быть прервано щелчком мыши в поле индикатора процесса. Система предложит подтвердить необходимость прерывания процесса вычислений. При получении утвердительного ответа вычисления будут прерваны, при отказе – продолжены с того же этапа.

Во время выполнения расчета доступны все кнопки управления режимом визуализации.

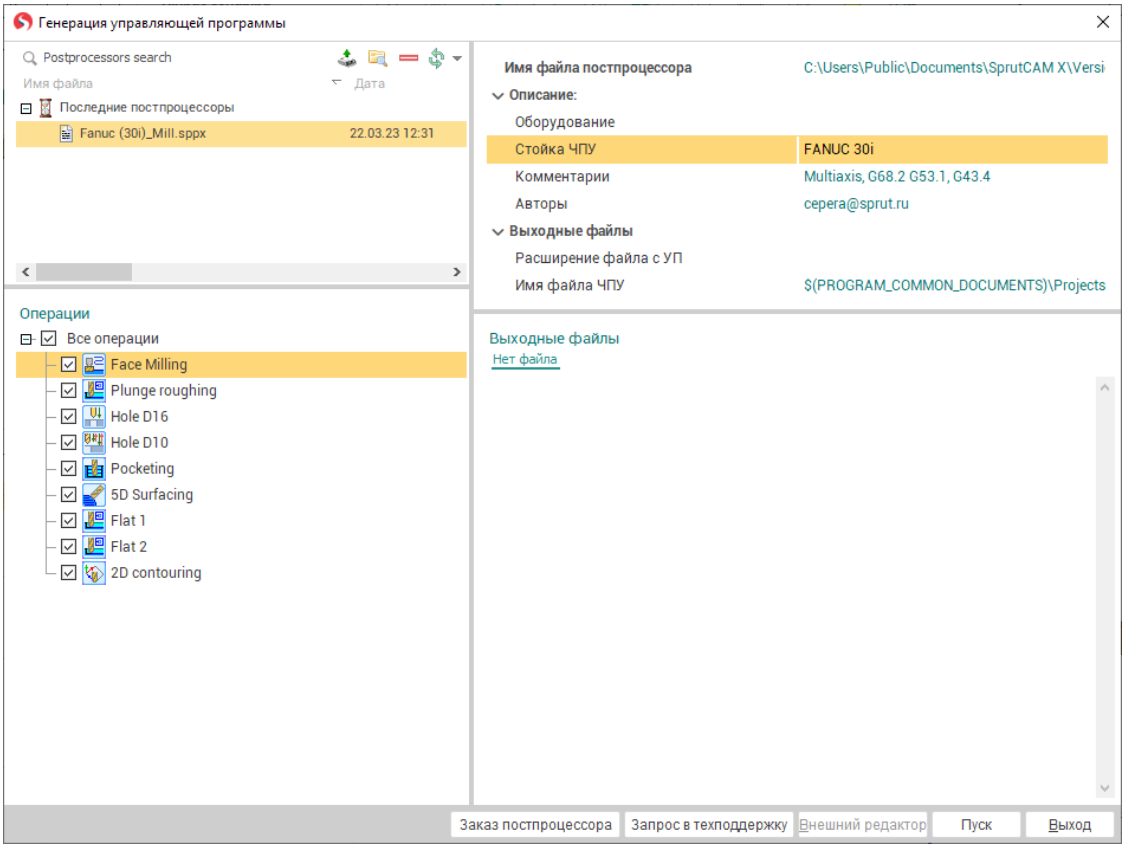
Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.1.10 Генерация управляющей программы

Генерация управляющих программ производится постпроцессором путем преобразования последовательности технологических команд рассчитанной траектории инструмента в формат выбранной системы ЧПУ. Установка необходимой системы ЧПУ производится выбором соответствующего файла настройки на систему ЧПУ (*.sppx). Управляющая программа выводится в обычный текстовый файл. Передача УП с компьютера, на котором установлен дистрибутив, непосредственно на станок может осуществляться любым из принятых на предприятии способом.

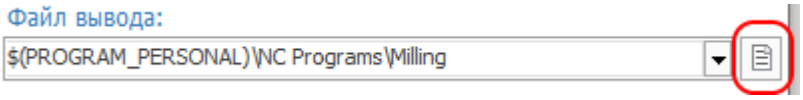
Запуск постпроцессора выполняется нажатием кнопки  . Рабочее окно постпроцессора имеет вид.



Система ЧПУ задаётся выбранным в <Списке постпроцессоров> файлом настройки постпроцессора (*.sppx). В полях <Стойка> и <Станок> отображаются, соответственно, названия системы ЧПУ и станка, для которых создан выбранный файл настройки. Папка, в которой по умолчанию производится поиск файлов настройки постпроцессора, устанавливается в поле <Каталог с файлами постпроцессоров>.

Управляющая программа будет выводиться в текстовый файл с именем, указанным в поле Файл вывода.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Нажмите на кнопку, чтобы выбрать файл при помощи диалога.



. В выпадающем списке можно выбрать один из предыдущих файлов или вывод в папку проекта, или в папку по умолчанию. Папка, в которой по умолчанию будет находиться выходной файл, задается в окне системных установок(see page 139).

При нажатии на кнопку <Пуск> начинается генерация управляющей программы для установленной системы ЧПУ. Вывод производится в выходной файл и в окно <Управляющая программа>.

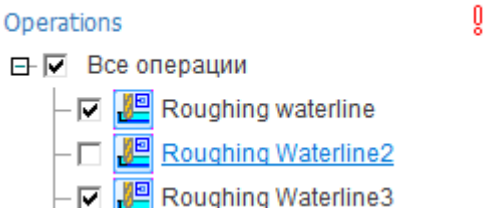
Следует отметить, что постпроцессор создаёт управляющую программу для всех выполненных технологических операций, включенных в управляющую программу на момент запуска постпроцессора (значки статуса

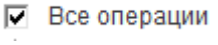

,


или


в окне технологический процесс(see page 411)), для которых не отключено создание УП (дерево операций под списком постпроцессоров).

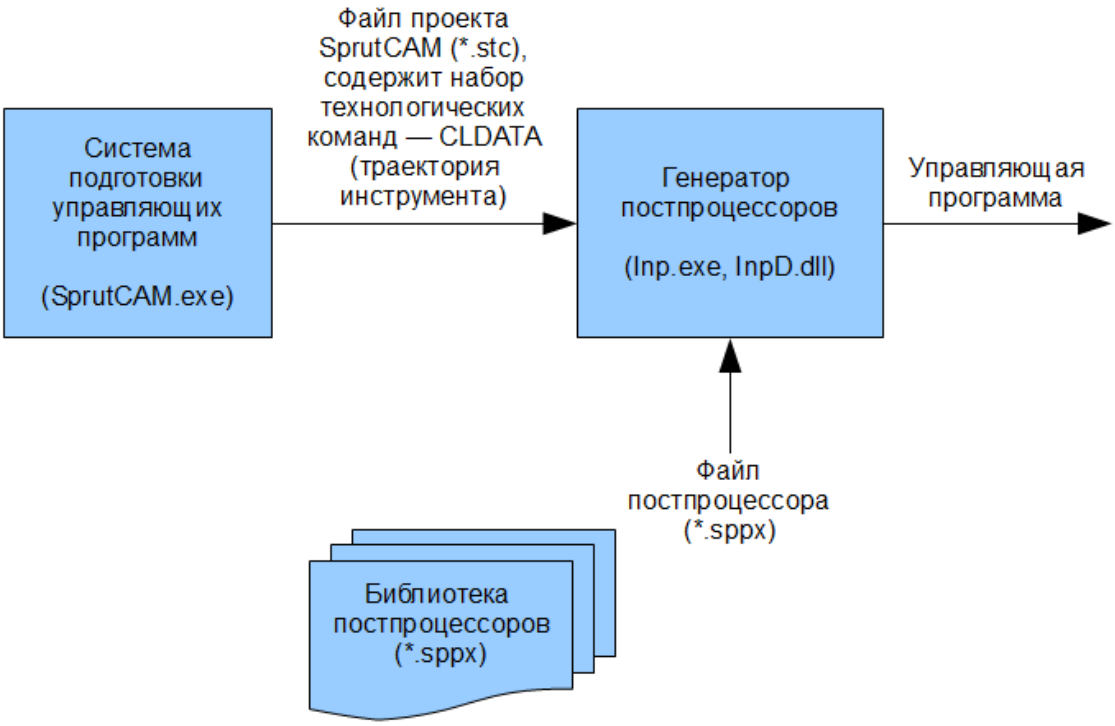
> **Примечание:**
> Для генерации нескольких управляющих программ с разным составом операций можно выполнить все технологические операции, а затем, устанавливая флаги для соответствующих строк в дереве операций, запускать постпроцессор для генерации различных управляющих программ. Следует отметить, что свойство "Создавать УП" является свойством операции и сохраняется в проекте и в настройках <**Пользовательской операции**>.



Если у части операций отключено свойство создания кода УП, то появится восклицательный знак . Корневой узел 

переключает свойство для всех доступных операций.

Файлы настройки постпроцессора на систему ЧПУ (*.sppx) создаются и редактируются при помощи <Генератора постпроцессоров> (INP.exe).



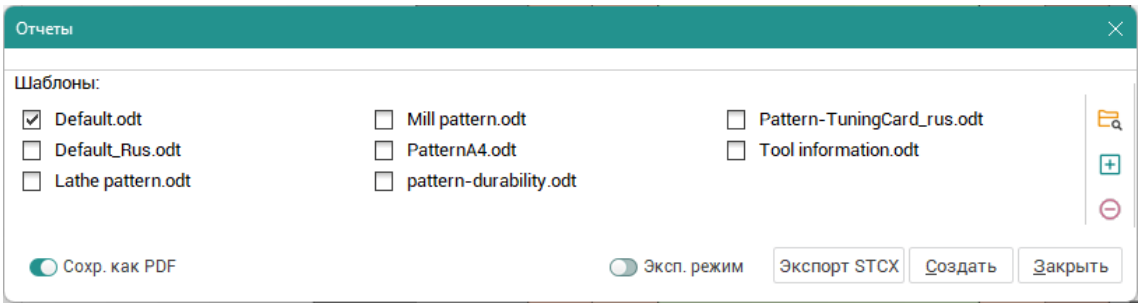
Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.1.11 Генерация отчетов

Система СПРУТКАМ позволяет автоматически формировать различные виды отчетов. Они могут быть отредактированы в текстовом редакторе и распечатаны. Отчет создается в формате ODT или PDF (PDF требует наличия интернет соединения). Выбор приложения для открытия отчета производятся в окне системных настроек на закладке Технология.

Открытие окна генерации отчетов осуществляется по нажатию кнопки  из окна техпроцесса.



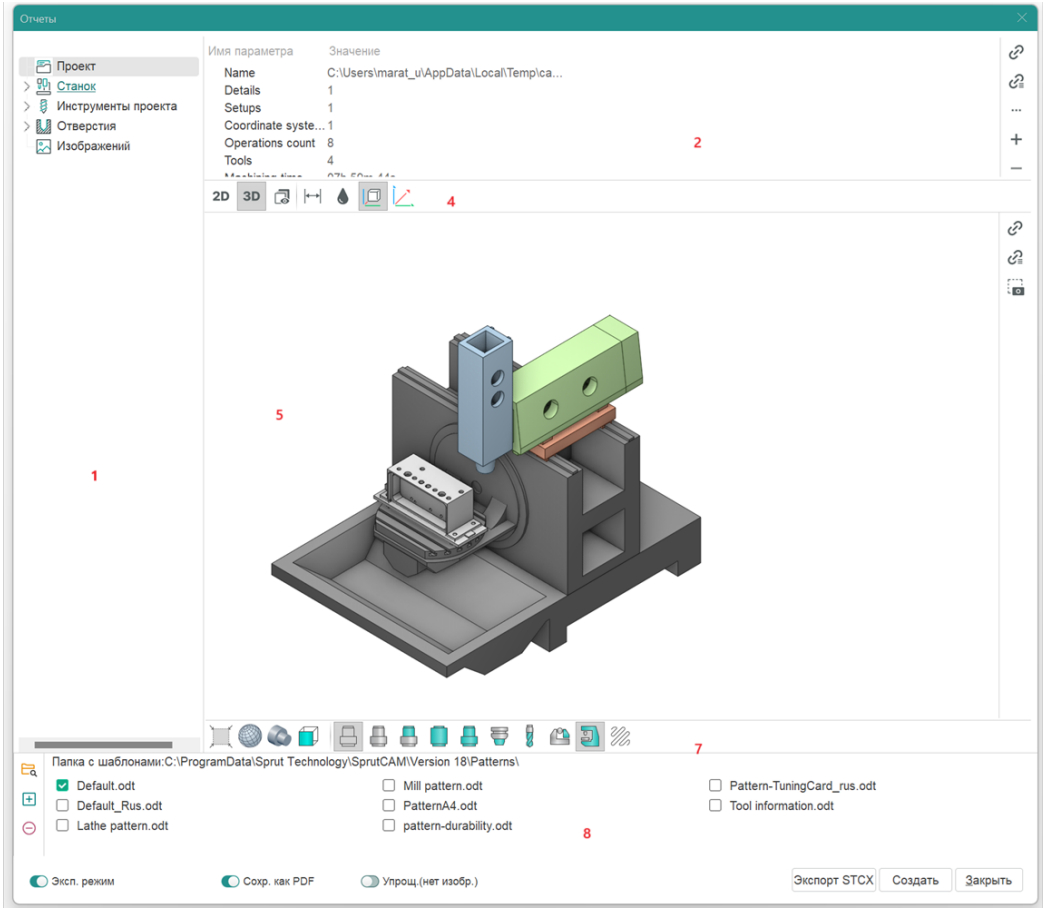
По умолчанию большая часть окна занята списком шаблонов из каталога по умолчанию. Для выбора шаблона следует включить галочку рядом с именем шаблона. Для генерации отчетов может быть выбрано сразу несколько шаблонов, которые будут сформированы по очереди.

В правой части окна расположены кнопки управления шаблонами (Каталог по умолчанию, Добавить шаблон, Убрать шаблон).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Сохр. как PDF - Поменять формат отчета на PDF (требуется наличие интернет соединения);

Эксп. режим - Развернуть окно, режим используется для создания/редактирования шаблонов и настройки некоторых параметров отчетов.



Полное окно содержит следующие элементы:

1 - Дерево с информацией из проекта которая может быть использована для генерации отчета;

2 - Список параметров выбранного узла дерева. (Параметры используются для создания и редактирования шаблонов);

3 - Кнопки управления созданием/редактированием шаблона;

- Сформировать команду для вывода в отчет одного параметра;

- Сформировать команду для вывода в отчет массива параметров;

- Меню с дополнительными командами;

- Добавить пользовательский параметр;

- Удалить пользовательский параметр;

4 - Кнопки управления для настройки изображений выводимых в отчет;

Размеры детали расставляются автоматически. Вид для отображения размера выбирается так же автоматически. Размеры отображаются только на стандартных видах (кроме изометрии). Всего может быть выставлено до 6 размеров: 3 габаритных и 3 размера расстояния от точки модели до точки отсчёта системы координат. Расставляются только размеры отличные от нуля.

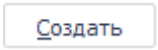
5 - Основное графическое окно содержащее изображение для выбранного узла дерева;

6 - Кнопки управления редактированием шаблонов;

7 - Панель управляющая параметрами эскизов. Эскиз может содержать заготовку, исходную модель, траекторию, системы координат. Видимость этих объектов управляется соответствующими кнопками на панели;

8 - Список шаблонов;

9 - Кнопки управления для добавления/удаления шаблонов и смены каталога с шаблонами по умолчанию.

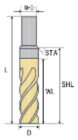
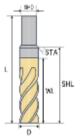
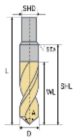
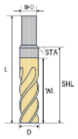
Для формирования отчета следует выбрать шаблоны и нажать на кнопку 

.

Примечание: *Если сформированные отчеты будет использоваться в дальнейшем, то их следует сохранить.*

Пример готового отчета показан ниже:

Tools table

N	Type	Name	Prog. pnt.	Operations	The sketch
1	Цилиндрическая фреза	80мм Цилиндрическая фреза	End	1	
2	Цилиндрическая фреза	80мм Цилиндрическая фреза	End	2,3,4,5	
3	Сверло	20мм Сверло	End	6	
4	Цилиндрическая фреза	20мм Цилиндрическая фреза	End	7,8	

Создание и редактирование шаблонов

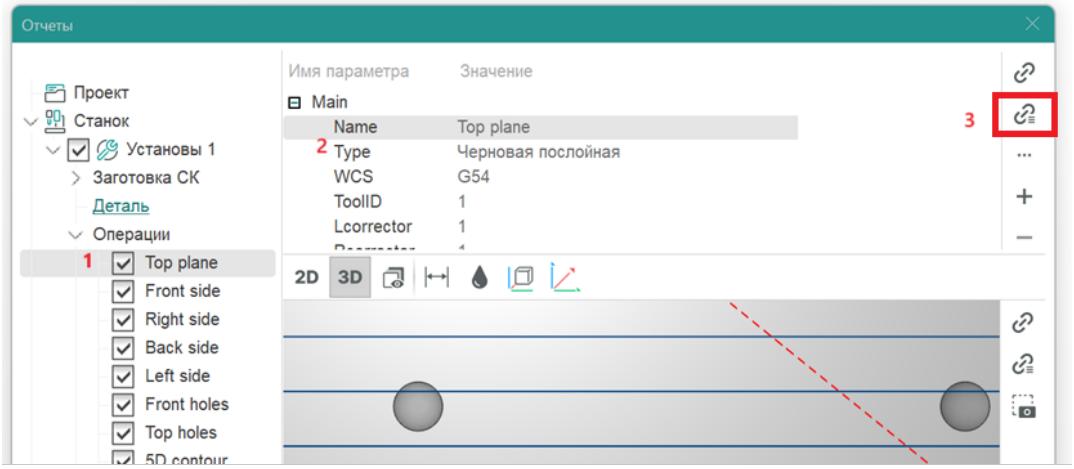
Формирование шаблона производится непосредственно в редакторе поддерживающем формат Odt.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Задание переменных для подстановки производится только в примечаниях. Источником данных для заполнения шаблона является файл stcx генерируемый автоматически при формировании шаблона. Он представляет собой XML файл который может быть открыт любым редактором или программой просмотра поддерживающей формат XML.

Для того чтобы параметр попал в отчет, необходимо в шаблон вставить полный путь. определяющий параметр для вывода. Для формирования команд вывода параметров следует использовать кнопки управления (блок 3 и блок 6 в основном окне) .

Например для вывода значения типа операции в ответ необходимо создать примечание (Ctrl+Shift+C) в редакторе ODT и выполнить следующее действие в окне генератора отчетов:



В результате в буфер обмена будет добавлена команда для вывода строки "Roughing waterline".

Аналогично выполняется вывод и других параметров.

Для добавления в отчет произвольных переменных которые требуется вывести, но которые отсутствуют в СПРУТКАМ можно воспользоваться следующим синтаксисом.

VAR (<Имя переменной>,<Заголовок>,<Значение по умолчанию>).

Пример:

VAR (Detail,Деталь,Корпус)

При выборе шаблона список доступных переменных отображается в окне РТК.

Переменная может быть описана в любой части шаблона. Формат обращения к переменной:

${Имя переменной}

Пример:

${Detail}

Все команды и переменные должны находится только в примечаниях.

Для работы с картинками так же добавлены отдельные команды.

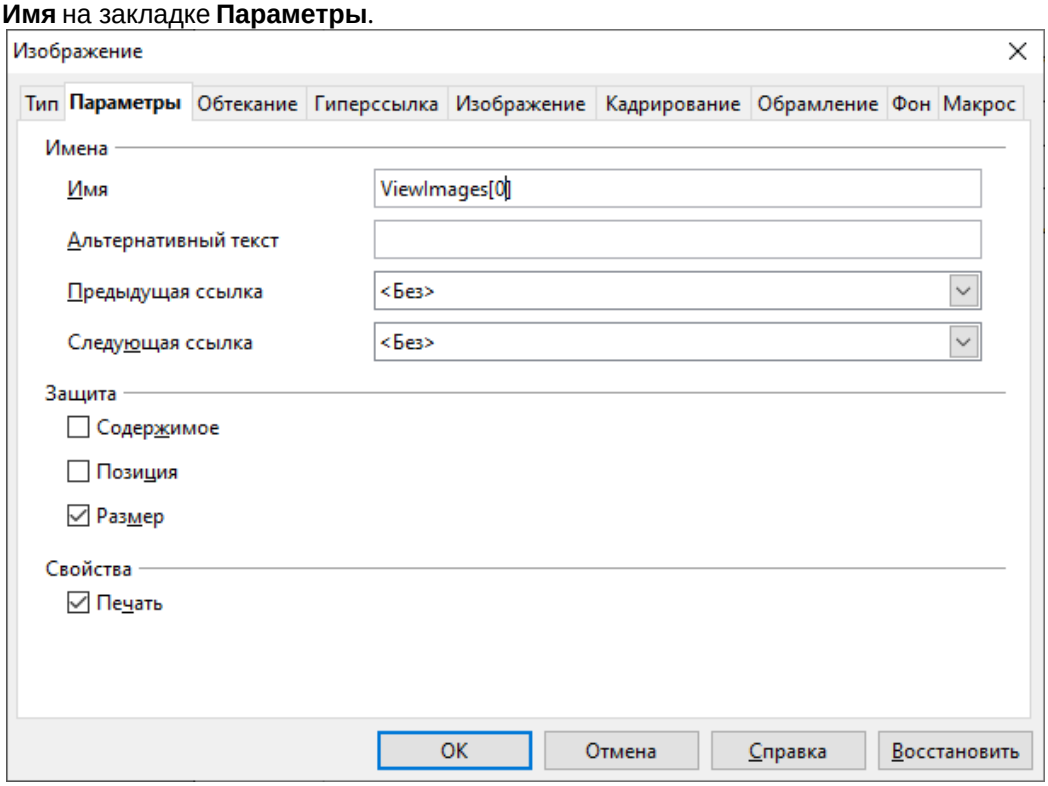
Изображения могут быть добавлены в шаблон двумя способами:

1. добавлением текстовой команды
   ToolImages — команда вывода эскиза инструмента.
   ToolingImages — команда вывода настроечных точек инструмента.
   FixtureImage — команда вывода оснастки.
   GeometryImage — команда вывода геометрической модели.
   HolderImage — команда вывода державки инструмента.

JobImage — команда вывода рабочего задания.
MachineResImage — команда вывода станка.
ModelImage — команда вывода детали.
OpToolImage — команда вывода инструмента.
ToolPathImage — команда вывода траектории.
WorkpieceImage — команда вывода заготовки.
Все вышеуказанные команды поддерживают обращение по индексу и команду **ForEach**. Данные изображения формируются автоматически по числу операций в проекте.
ProjectImages – команда вывода изображений созданных и сохраненных в проекте. Поддерживает обращение по индексу. Могут формироваться как вручную так и автоматически.

При добавлении таким способом картинка вставляется без форматирования и масштабирования (как есть)

1. с использованием картинок-примеров
   В этом случае в документ вставляется произвольное изображение свойства которого и формат могут быть точно настроены. При подстановке подменяется источник изображения, ранее настроенные свойства при этом остаются неизменными.
   Задание команды для вывода картинки производится (на примере OpenOffice) в поле **Имя** на закладке **Параметры**.



Для просмотра изображений добавленных в проект следует вызвать контекстное меню в графическом окне СПРУТКАМ и выбрать пункт **Виды проекта**.

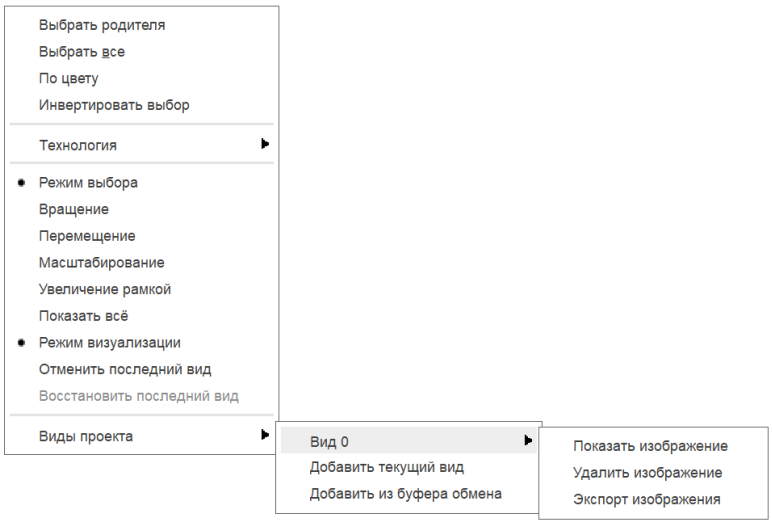
Добавить текущий вид — Формирует изображение по текущему виду и добавляет его к списку изображений проекта

Добавить из буфера обмена — вставляет изображение из буфера обмена и добавляет его к списку изображений проекта.

Уже добавленные изображения можно просмотреть и удалить.

При удалении изображений сдвига индексов не происходит.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Если в процессе работы над проектом изображения не были добавлены то в отчете будут доступны изображения сформированные по стандартным видам.

Для лучшего понимания принципов работы с данным типом шаблонов рекомендуется ознакомиться с поставляемыми примерами и уроками из дистрибутива СПРУТКАМ.

Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.1.12 Типовые технологические процессы

На практике технология обработки однотипных деталей довольно часто совпадает. Например, обработка трехмерной модели пресс-формы довольно часто может быть выполнена последовательностью из трех операций:

- Послойная черновая(see page 876);
- Комплексная чистовая(see page 927);
- Комплексная доработка остаточного материала(see page 931).

Если многочисленные параметры этих операций, включая инструмент, припуски, шаги обработки и др. также не меняются при смене обрабатываемых поверхностей, то для обработки нескольких таких деталей целесообразно использовать типовые техпроцессы. Для этого в CAM системе реализована возможность импорта технологического процесса или отдельной операции из ранее созданного проекта. Доступ к этим функциям осуществляется через контекстное меню окна техпроцесса:

<Экспорт операции> – сохраняет все параметры выбранной операции в отдельном файле (*.sto)

<Импорт параметров> – заполняет параметры выбранной операции, так как они были ранее сохранены в файл (*.sto)

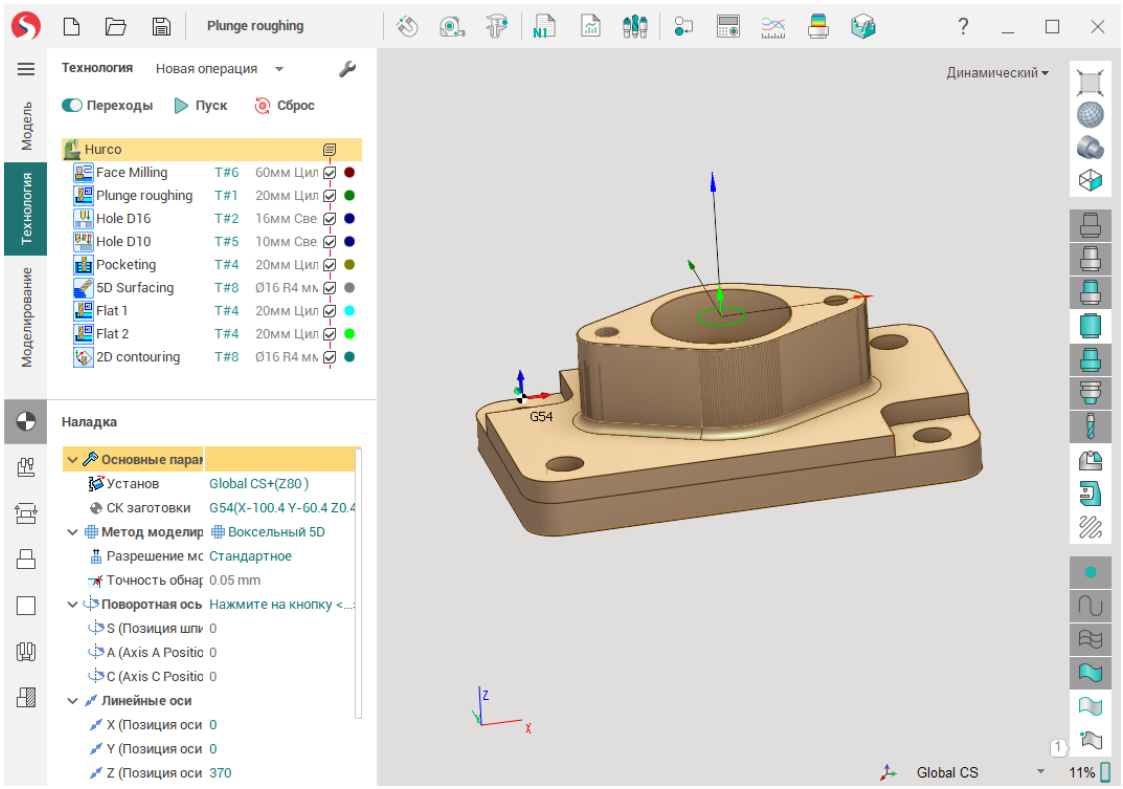
<Импорт операции> – добавляет в ТП текущего проекта операцию или техпроцесс из файла операции (*.sto) или другого проекта (*.stcp) соответственно.

Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.1.13 Настройка технологических операций

Параметры операции определяют что, и каким образом будет обрабатываться. После выбора соответствующего узла внутри операции нижняя часть окна меняется и предоставляет инструментарий необходимый для его редактирования.



Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

Геометрические параметры операции(see page 427)

Задание детали заготовки и оснастки(see page 429)

Позиционирование детали на станке(see page 482)

Точка смены инструмента(see page 594)

Локальная система координат операции(see page 488)

Индексная многокоординатная обработка(see page 494)

Правила подвода и отвода(see page 585)

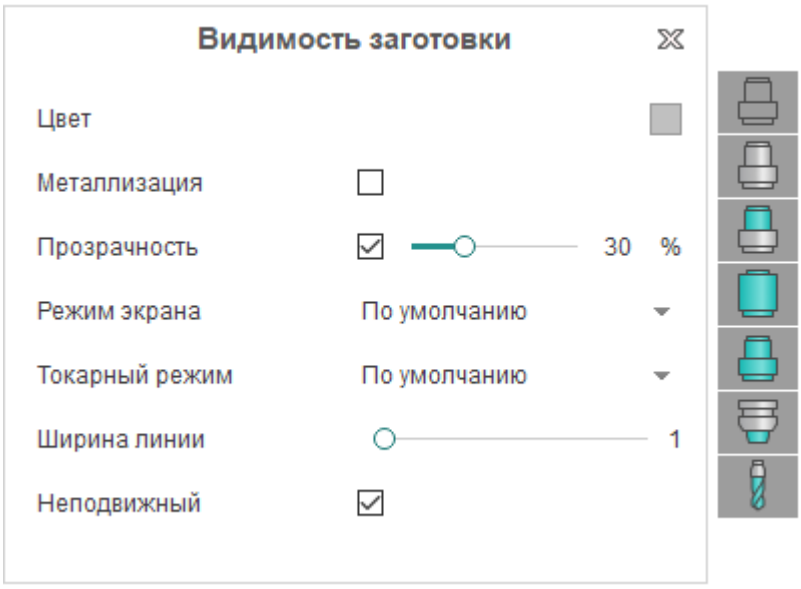
Пользовательские операции(see page 436)

5.1.13.1 Геометрические параметры операции

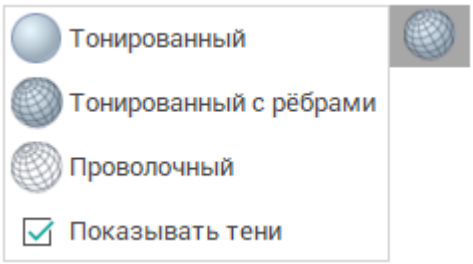
Геометрические параметры операции отображаются в графическом окне(see page 94). К ним относятся деталь(see page 730), заготовка(see page 732), оснастка(see page 694) и рабочее задание(see page 499). Способ отображения параметра задается с помощью значка напротив соответствующего узла. При одинарном нажатии на значок объект меняет статус: видимый/невидимый. Активный параметр всегда видимый, вне зависимости от его статуса.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Во всплывающем меню можно указать цвет и режим визуализации:



Режим <**По** умолчанию> означает, что объект будет рисоваться так, как указывает глобальный режим в главном меню(see page 108).

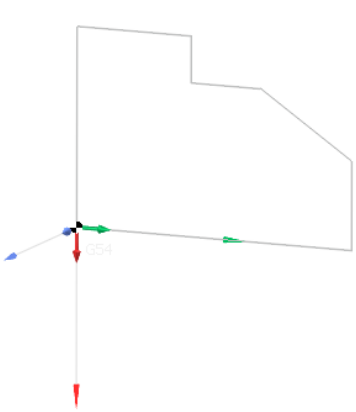


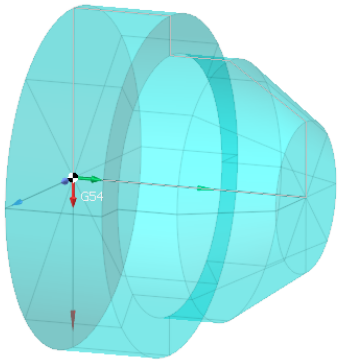
В остальных случаях объект рисуется согласно выбранному режиму.

Сопутствующие ссылки:

Настройка технологических операций(see page 427)

5.1.13.2 Задание детали, заготовки и оснастки





Область применения:

Эти элементы позволяют вам задать деталь(see page 730), заготовку(see page 732), ограничения(see page 560) и оснастку(see page 694).

Каждая строка списка определяет тело или поверхность, которые будут учитываться при расчете траектории. Текст в строке задает полный путь геометрического объекта, на который ссылается элемент списка. Если объект переименован или удален, то элемент будет помечен вопросом. Иконка перед строкой определяет тип элемента или способ построения тела на основе указанного геометрического объекта. Для добавления элементов различных типов используются соответствующие кнопки.

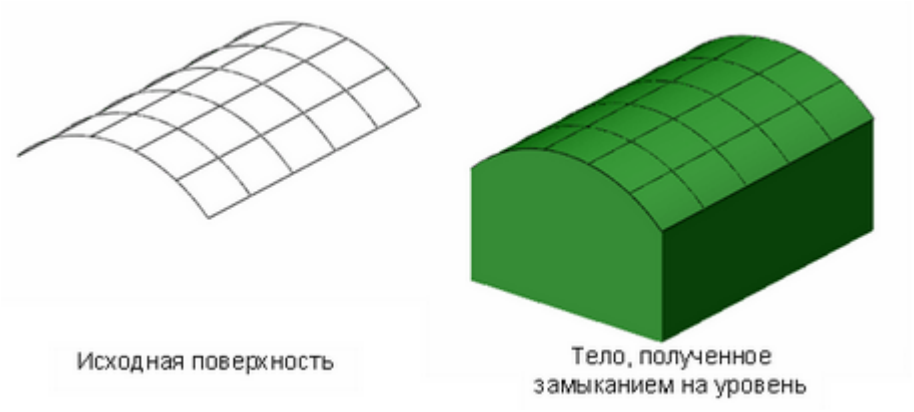
Поверхность. Кнопка добавляет выбранные поверхности в список. Если ничего не выбрано, то открывается окно для выбора ссылки на геометрический объект.

Нажмите здесь, чтобы развернуть..

При формировании заготовки, кнопка поверхности позволяет сформировать твердое тело, на основе выбранных поверхностей. Элемент типа «твердое тело» ограничивает замкнутый объем пространства. Существует два способа формирования тела:

i. Сшивка выбранных поверхностей. В качестве ссылки может указываться только группа объектов, имеющая в своем составе сетки и/или поверхности, которые должны замыкаться в одну или несколько замкнутых оболочек. Точность сшивки указывается в открываемом окне.
ii. Замыкание поверхностей до горизонтального уровня.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Примитив. Позволяет использовать различные шаблоны для определения заготовки в виде примитивов.

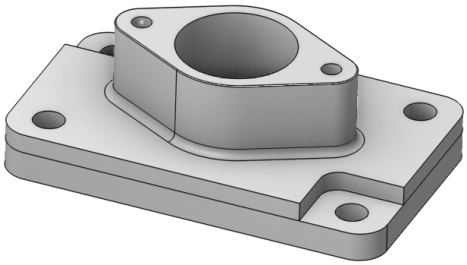
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Заготовка предыдущей операции. Специальные ссылочные элементы могут указывать на геометрический параметр, например, предыдущей операции. При этом элемент именно ссылается на модель. а не копирует ее. Соответственно элемент изменяется при изменении параметра, на который он ссылается. Если формируется деталь операции, то будет добавлена ссылка на деталь предыдущей операции. Если формируется оснастка операции, то будет добавлена ссылка на оснастку предыдущей операции. Если формируется заготовка, то в открывшемся окне будет предложено выбрать тип добавляемого элемента:

Результат предыдущей операции. Вводятся специальные элементы связи. Они используются для обеспечения связей между операциями, а также для определения простых параметрических характеристик. При этом элемент связи является ссылкой на исходный объект, который, в свою очередь, может быть ссылкой на другой объект. Изменение исходного объекта приводит к сбросу и/или повторному вычислению всех элементов ссылок.

Ограничения предыдущей операции. Позволяет задать примитив из предыдущего элемента (операции, установа, детали).

Пустая заготовка. Позволяет указать пустую заготовку. Часто используется при покраске.

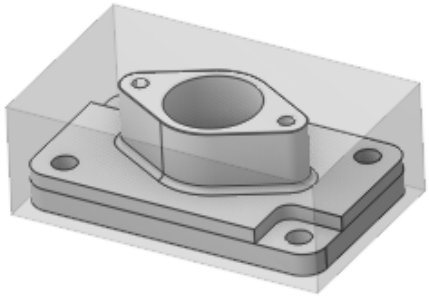


Брусок. Позволяет установить простую призму вокруг детали.

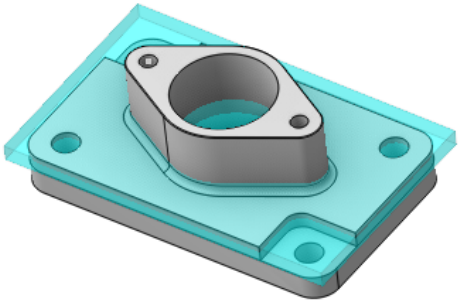
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Метод определения.

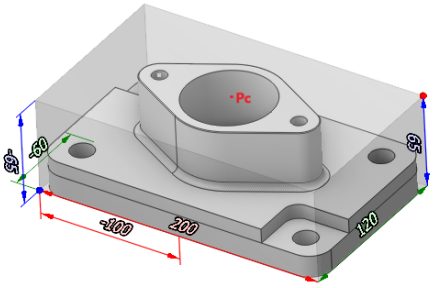
Вокруг детали. Позволяет установить габаритный короб вокруг детали с необходимыми припусками. Припуск измеряется от размеров детали.



Вокруг модели. Припуск добавляется относительно выбранной геометрии (деталей, поверхностей).

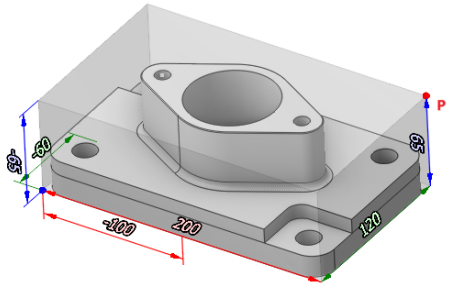


От центра. Позволяет задать заготовку по точкам. Расстояние до заготовки определяется от центральной точки (Pc) до габаритных размеров детали.

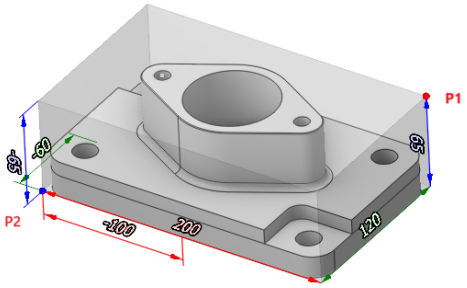


От угла. Позволяет задать заготовку по точкам. Расстояние до заготовки определяется от нижней точки (P) до габаритных размеров детали.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



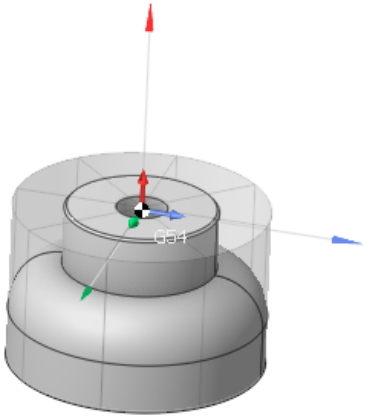
По двум точкам. Позволяет задать заготовку по точкам. Расстояние измеряется между точками P1 и P2. При этом точки в окне задаются по трём осям (X,Y,Z) относительно глобальной системы координат.



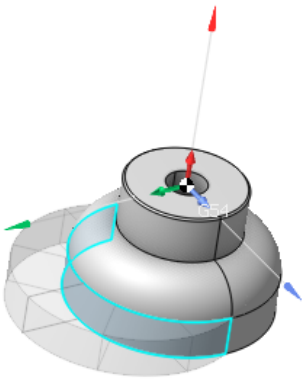
Цилиндр. Позволяет определить цилиндр вокруг детали в качестве заготовки.

Нажмите здесь, чтобы развернуть..

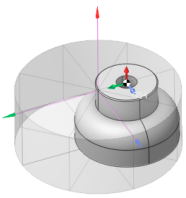
Вокруг детали. Создаёт цилиндр на основе размеров детали вокруг глобальной оси системы координат (при выборе опции Центр бруска).



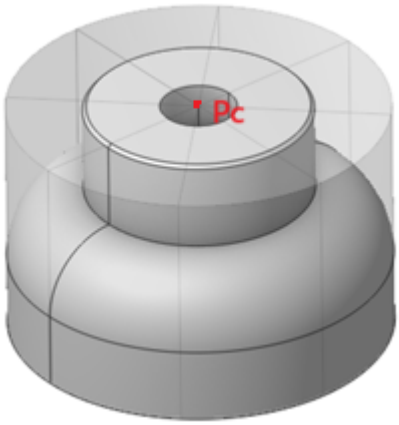
Вокруг модели. Создаёт цилиндр на основе выбранного элемента (ребра, детали) вокруг глобальной оси системы координат (при выборе опции Центр бруска).



Если выбрана опция центр СК. то заготовка создаётся аналогичным образом, но вокруг выбранной системы координат.

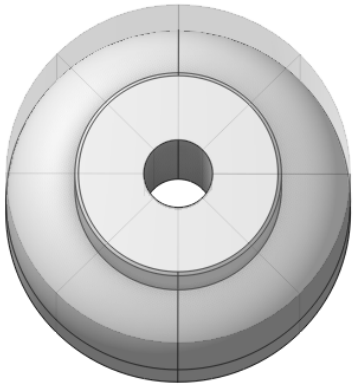


От центра. Позволяет задать заготовку по точкам. Расстояние до заготовки определяется от центральной точки (Pc) до габаритных размеров детали.

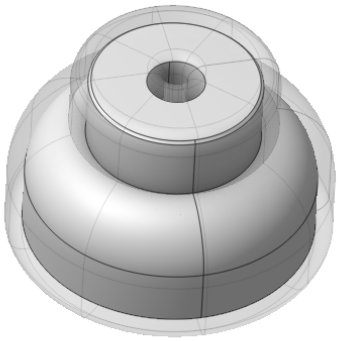


Труба. Позволяет определить цилиндр вокруг детали с отверстием в центре в качестве заготовки. Работает аналогично цилиндру.

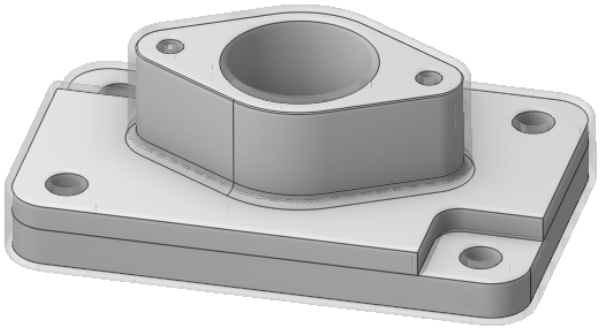
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Огибающая. Позволяет вращать заготовку вокруг детали.

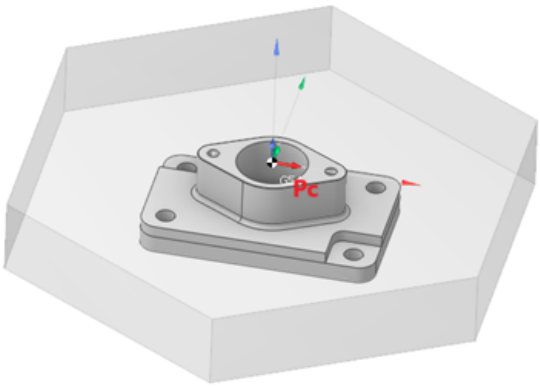


Отливка. Позволяет установить отливку с равномерным смещением заготовки от поверхности детали.



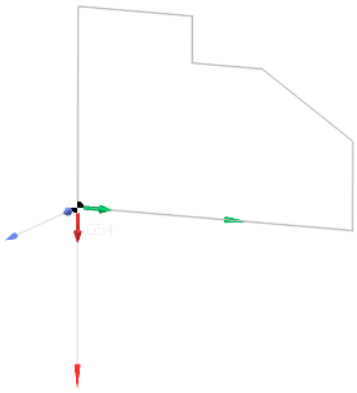
Многоугольная призма. Позволяет установить заготовку в виде многоугольника от центра заготовки (Pc).

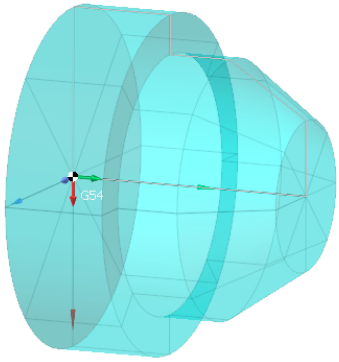
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Вращение. Формирует тело вращения, используя указанные кривые в качестве образующих. Если ничего не выбрано, то открывается окно для выбора ссылки на геометрический объект. В качестве ссылки могут указываться кривые или группа, имеющая их в своем составе.

Нажмите здесь, чтобы развернуть..



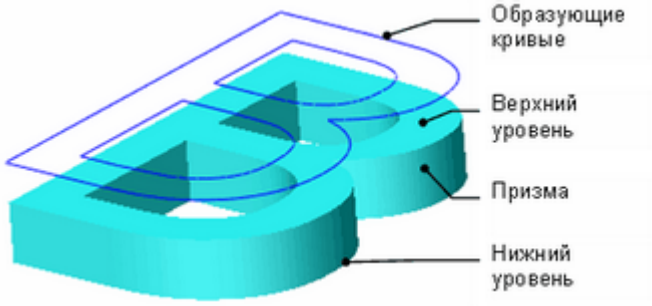


Вытянуть. Формирует призму.

Нажмите здесь, чтобы развернуть..

© 2025 ООО СПРУТ Технология

В качестве ссылки могут указываться замкнутые кривые или группа, имеющая их в своем составе. Указанные кривые используются в качестве образующих для построения призмы. Уровень верхнего и нижнего основания задается дополнительно. Если необходимо определить призму с одним или несколькими отверстиями, то наружные и внутренние кривые должны быть помещены в одну папку, которая и указывается в качестве образующей. Как правило, наружная кривая будет определять тело, а внутренние кривые – отверстие. При задании оснастки можно указать, чтобы наружная кривая определяла отверстие. Для этого необходимо установит галочку в поле **Сквозное отверстие**.



5.1.13.3 Пользовательские операции

Каждая технологическая операция CAM система обладает большим набором параметров, позволяющих гибко подстроить стратегию обработки, реализуемую данной операцией, под потребности техпроцесса обработки конкретной детали. После создания операция уже имеет некоторые предопределенные значения своих параметров – это так называемые "значения по умолчанию". Таким образом, операция сразу готова к расчету траектории.

Последовательность работы при проектировании процесса обработки состоит из следующих шагов:

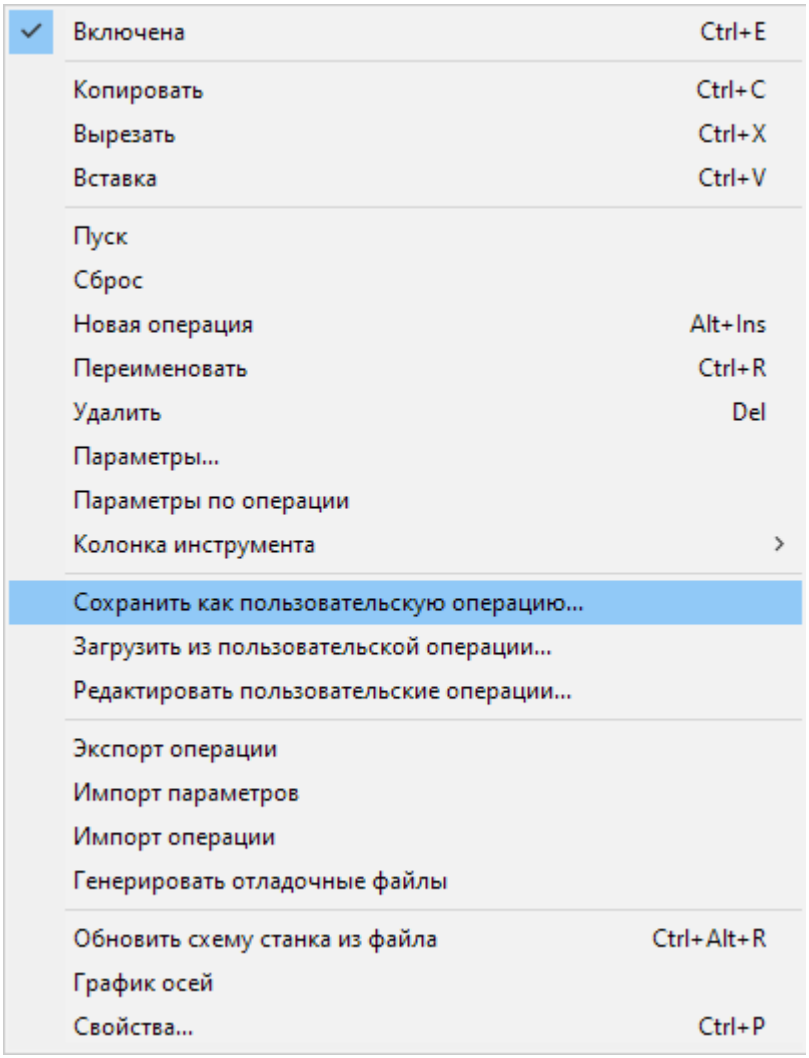
- Определение стратегии обработки конкретного элемента детали.
- Выбор операции, реализующей подходящую стратегию.
- Создание операции и указание в качестве ее рабочего задания обрабатываемого элемента детали.
- Расчет операции.
- Анализ полученной траектории.
- Изменение технологических параметров операции с целью улучшения результатов.
- Последние три шага повторяются до получения желаемого результата обработки.

Для обеспечения универсальности и гибкости операции обладают большим количеством параметров, число которых растет по мере развития системы. Поэтому процесс настройки операции CAM системы под конкретный техпроцесс может занимать значительное время. С целью сокращения данного времени предлагается механизм <Пользовательских операций>. Он позволяет осуществлять специализацию универсальных операций CAM системы.

После настройки операции для конкретных целей она обладает набором параметров узко специализированных для конкретного типа обрабатываемых элементов. Этот набор параметров можно сохранить под определенным именем в отдельный файл *.stox на диске. При обработке следующего похожего элемента можно загрузить этот набор параметров и, тем самым, существенно сократить время по настройке операции. В качестве пользовательской операции могут быть сохранены не только отдельные операции, но и сразу несколько операций. Для этого необходимо поместить эти операции в группу и сохранить в качестве пользовательской операции всю группу целиком.

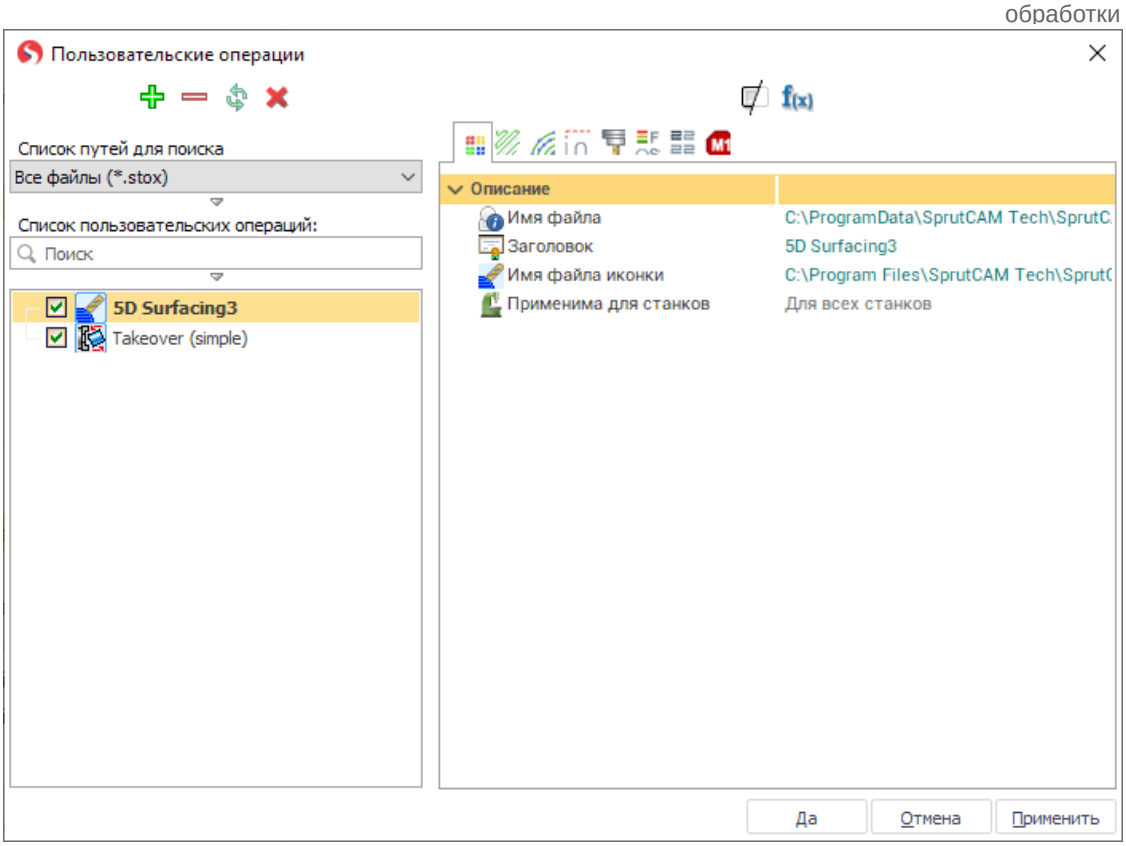
Пользовательские операции легко могут быть импортированы на другой компьютер путем простого переноса файлов ***.stox** соответствующих операций.

Функции сохранения, загрузки и редактирования пользовательских операций вызываются из контекстного меню, которое открывается при щелчке правой кнопкой мыши на имени конкретной операции в <Списке технологических операций> в режиме <Технология>.



При выборе пункта <Сохранить как пользовательскую операцию...> текущий набор параметров операции оформляется в отдельный объект, который хранится в специальном файле (*.stox) независимо от текущего проекта и, таким образом, может быть использован в других проектах. Перед сохранением открывается окно редактирования параметров пользовательской операции, в котором можно задать некоторые свойства, ассоциированные с данным набором параметров.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



В левой части окна расположены список путей для поиска файлов пользовательских операций, список доступных пользовательских операций и панель фильтра для быстрого поиска нужной операции. Фильтр позволяет быстро найти операцию по месту расположения файла, по ее типу, по принадлежности к конкретному станку или просто по названию.

Для управления списками следует использовать кнопки, расположенные над ними в левой верхней части окна.

- Открывает диалоговое окно выбора паки и позволяет добавить выбранную папку в список путей, в которых производится поиск файлов пользовательских операций *.stox.
- Удаляет из списка папку, выделенную в списке путей поиска. Физически папка не удаляется.
- Позволяет принудительно заново запустить процесс поиска файлов пользовательских операций *.stox в папках, указанных в списке путей для поиска.
- Удаляет физически с диска файл *.stox пользовательской операции, выделенный в списке, и исключает его из этого списка. Галочка рядом с именем операции в списке позволяет выключать видимость операции и доступность для добавления в техпроцесс без физического удаления файла.

В правой части окна в инспекторе свойств показываются параметры выделенной пользовательской операции, сгруппированные по вкладкам. На первой вкладке расположены следующие основные параметры.

- <Имя файла> - полное имя файла пользовательской операции *.stox. В зависимости от места сохранения файла операция может быть доступна любому пользователю данного компьютера, либо только текущему пользователю. По умолчанию файлы сохраняются в специальную папку для пользовательских операций, доступную для всех пользователей компьютера. Однако можно выбрать совершенно произвольное

название и место сохранения файла, в том числе расположенное не только на локальном компьютере, но и, к примеру, в локальной сети предприятия.
- <Заголовок> - имя пользовательской операции, которое будет показываться в списке и присваиваться по умолчанию при добавлении операции в техпроцесс.
- <Имя файла иконки> - имя файла изображения любого из распространенных графических форматов, которое будет показываться рядом с названием операции.
- <Применима для станков> - параметр, позволяющий ограничить область видимости операции и позволяющий делать ее недоступной для добавления в техпроцесс в зависимости от активного в данный момент станка. Эта опция может быть полезной, если на одном рабочем месте создаются проекты обработки деталей для нескольких станков. При выборе пункта <Для всех станков> операция будет доступна вне зависимости от выбранного станка. Если же указан пункт <Для выбранных станков>, то становится доступным список станков, в котором галочкой можно отметить те станки, для которых операция будет доступна.

Параметры, расположенные на других вкладках, могут меняться и зависят от типа конкретной операции. Все они также доступны для редактирования и позволяют легко подправить значения не меняя параметров исходной технологической операции CAM системы из которой данная пользовательская операция была создана.

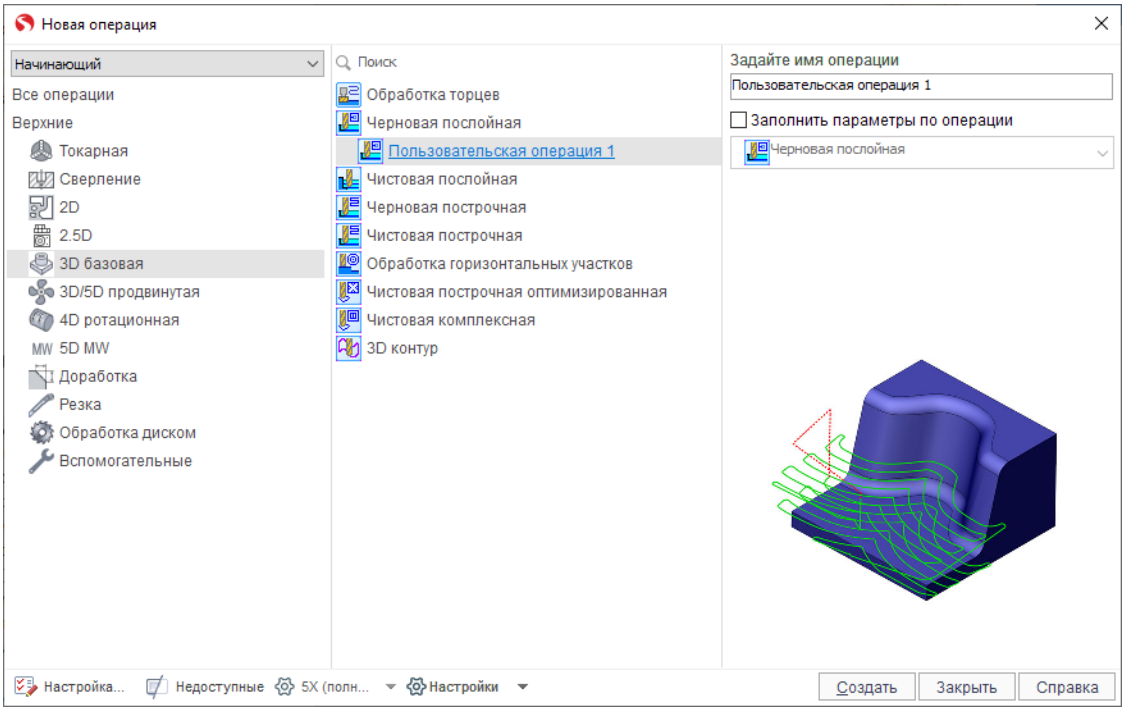
Над списком параметров текущей операции расположены несколько кнопок управляющих отображением этих параметров.

-  позволяет скрыть/отобразить свойства, значения которых совпадают с системными значениями по умолчанию для данного типа операции. Это позволяет легче отличать важные параметры, которые были изменены относительно исходных. В инспекторе значения, совпадающие со значениями по умолчанию, отображаются серым цветом. Для того чтобы вернуть отредактированное значение какого-либо поля в состояние по умолчанию, необходимо выделить содержимое поля и нажать клавишу Delete на клавиатуре.
-  позволяет просмотреть и отредактировать формулы для вычисляемых параметров. Значения для параметров операций могут задаваться не только постоянными величинами (числами, строками), но и формульными выражениями. Это позволяет сделать их зависимыми от других параметров и более гибко управлять их поведением. Вычисляемые поля показываются в инспекторе зеленым цветом. В выражениях могут использоваться математические операции "+, -, *, /, ^, (,), <, >", тригонометрические функции, а также ссылки на другие параметры. Для того чтобы внутри выражения добавить ссылку на другой параметр нужно указать имя параметра в квадратных скобках, например, так: [Length].

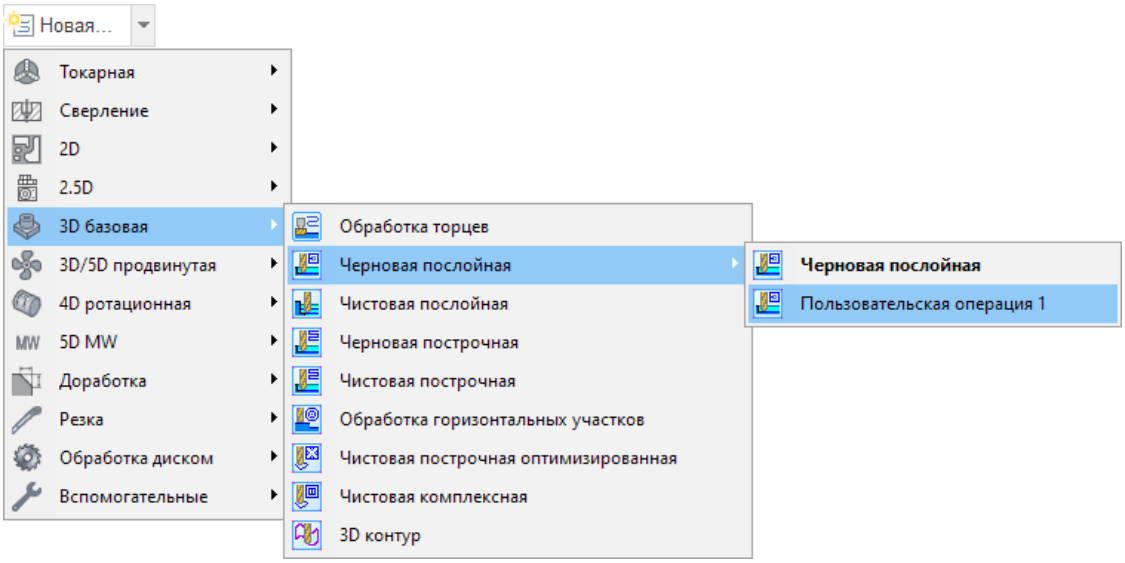
Существует несколько способов добавления экземпляра ранее созданной пользовательской операции в техпроцесс конкретного проекта.

В окне создания новой операции(see page 414) выбрав ранее созданную пользовательскую операцию.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Создание пользовательской операции также доступно и из выпадающего меню создания операции, расположенного рядом с кнопкой <Новая> в режиме <Технология>.

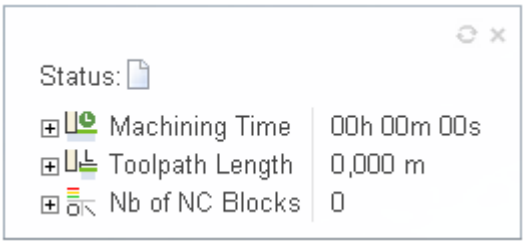


Параметры из пользовательских операций могут быть применены не только к вновь создаваемой операции, но и к уже существующей. Для этого в контекстном меню операции следует выбрать пункт <Загрузить из пользовательской операции...>. На экране появится доступный для данного типа операции список. При выборе какого-либо пункта параметры из выбранной пользовательской операции будут загружены в текущую операцию CAM системы.

Сопутствующие ссылки:

Настройка технологических операций(see page 427)

5.1.13.4 Панель статуса операции



Панель состояние операции содержит в себе 3 вкладки дерева и строку состояния.

1. Строка состояния.



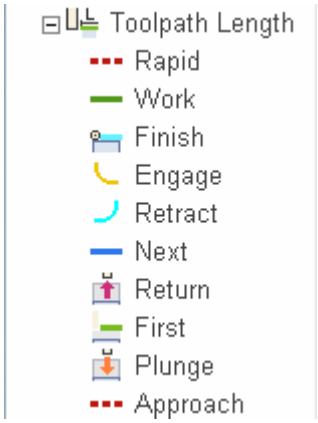
Строка отображающая состояние операции и ошибок симуляции в виде иконок.

1. Вкладки содержат информацию о времени обработки, типе и длине траектории.

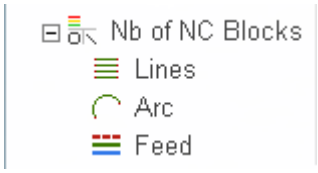
- Время обработки траектории для всех этапов моделирования.



- Длина для всех видов траектории.

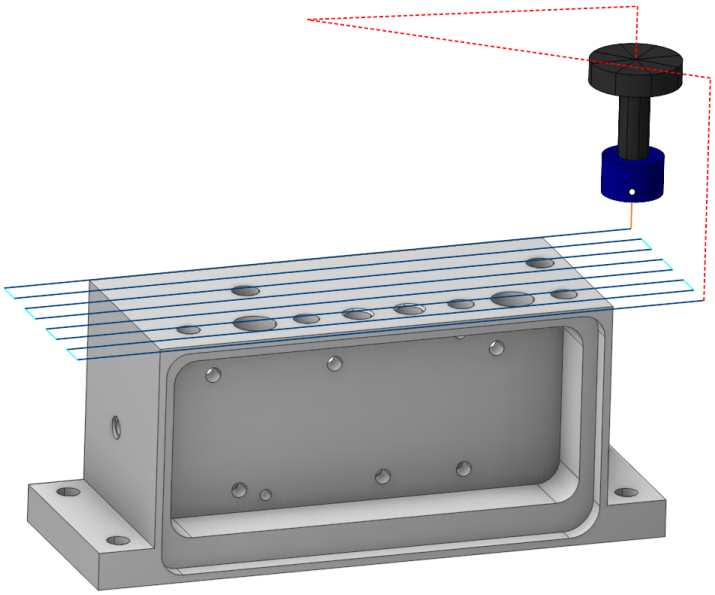


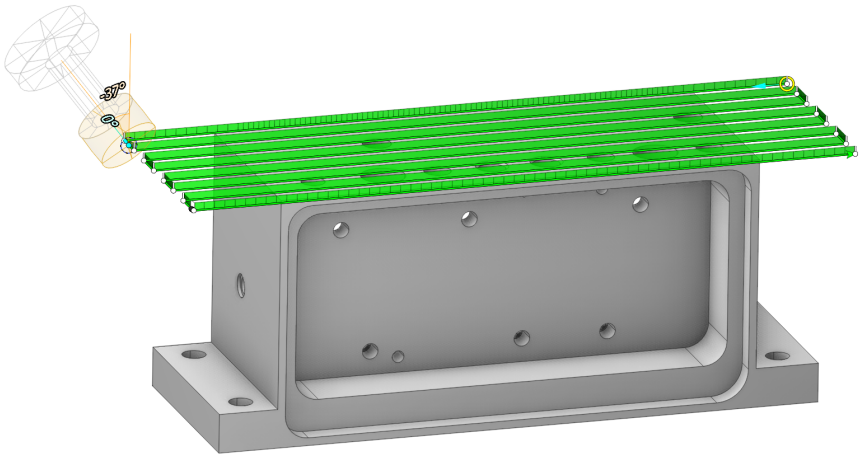
- Количество блоков для каждого типа узла.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.1.13.5 Преобразовать траекторию инструмента в операцию 6D Контур



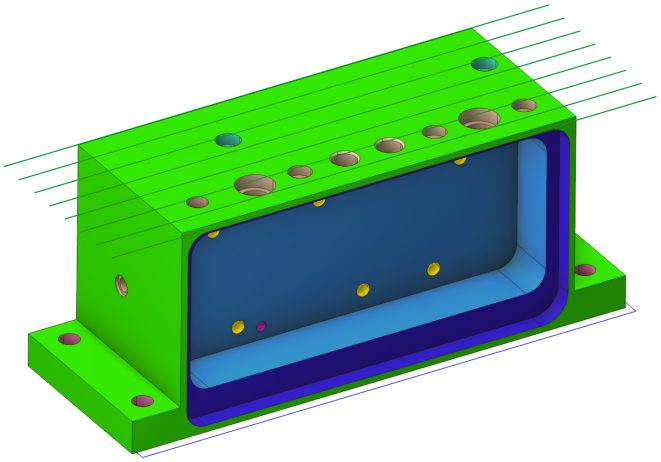


Область применения:

Можно взять (практически) любую операцию и преобразовать её траекторию инструмента в операцию **6D Контур**, которая будет использовать эту траекторию как задание для обработки. Это позволяет вносить небольшие изменения в исходную траекторию инструмента, например, изменять нормали инструмента, перед процессом постобработки.

Для активации необходимо: щёлкнуть правой кнопкой мыши по конкретной операции. В появившемся диалоговом окне выбрать пункт Преобразовать траекторию инструмента в операцию **6D Контур**

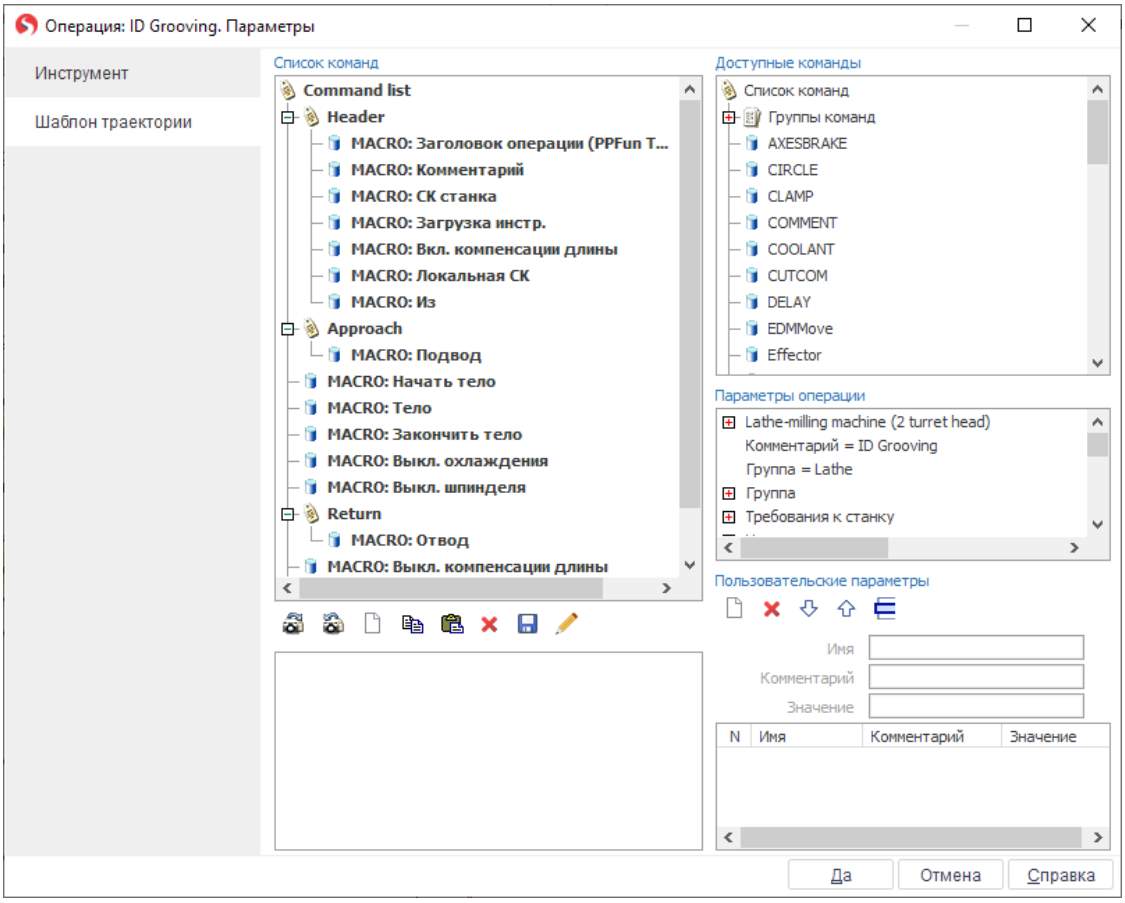
При этом на вкладке **Модель** будет создана группа сплайнов.



5.1.14 Шаблон траектории

Шаблон траектории определяет формат вывода управляющей программы в файл CLData. В дальнейшем шаблон может быть сохранён и многократно использован.

Редактирование шаблона производится в окне параметров, которое открывается по кнопке <Параметры> в окне техпроцесса.



В окне редактирования параметров имеется пять ключевых объектов:

- список команд;
- список доступных команд;
- инспектор свойств;

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- параметры операции;
- список параметров пользователя.

<Список команд> отображает список технологических команд CLData (команды включения шпинделя, охлаждения, переключения подачи, перемещения по окружности, по прямой и т.п.), которые будет содержать операция после ее расчета. Список может формироваться пользователем с нуля, либо может содержать список команд по умолчанию, заложенный проектировщиком данной вспомогательной операции.

<Список доступных команд> включает все команды CLData, которые имеются в CAM системе , и которые могут быть применены пользователем для формирования шаблона, а так же макрокоманды(see page 452) (<MACRO>). Под макрокомандой понимается процедура, которая осуществляет вывод в УП стандартной последовательность действий, таких как подвод, отвод, загрузка инструмента, и т.д.

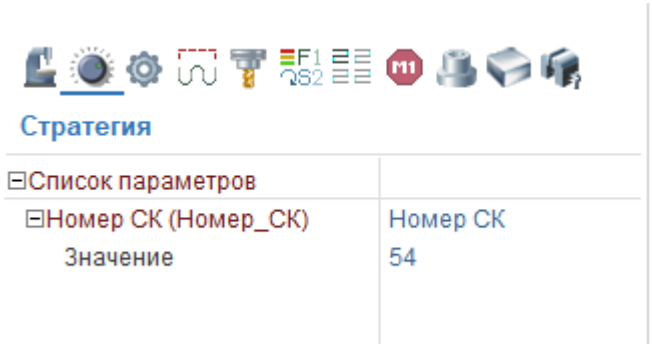
Для добавления одной из команд можно выделить строку с соответствующим названием и перетащить ее в желаемое место списка команд. Корневой элемент списка доступных команд MCDTree также может быть вставлен в список команд, и внутрь узла MCDTree могут быть помещены другие команды CLData. Таким образом, команды в списке можно группировать по какому-либо принципу. Для редактирования списка также могут использоваться панели инструментов.

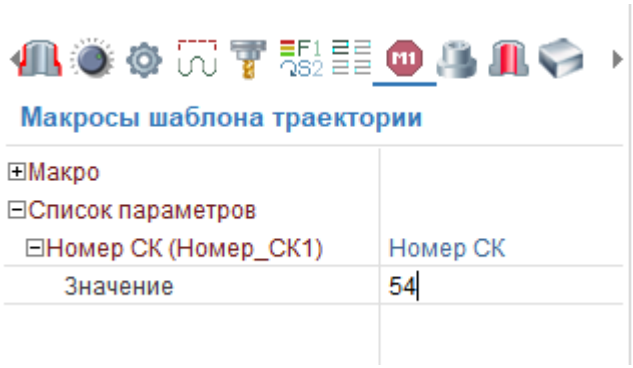
Каждая команда CLData имеет определенный набор свойств (величина подачи, значения координат, строка комментария и т.п.). Для отображения и редактирования указанных свойств предназначен инспектор свойств, который выводит на экран свойства выделенного в списке команд узла. Свойствам технологических команд могут быть присвоены либо простые значения (число, строка, элемент из заданного набора), либо выражения с использованием обычных арифметические операторов и математических функций (<+>, <->, <*>, </>, <sin>, <cos> и т.д.). В качестве аргументов операторов и функций могут выступать не только числовые или символьные константы, но и именованные параметры из <Списка параметров>, создаваемого и редактируемого в этом же окне. Например, узел <Delay> имеет свойство <Величина задержки>, которое может быть заполнено в инспекторе следующим образом:

```
[2*ParametersList(Пауза)]
```

Выражение обрамлено квадратными скобками специально, чтобы указать системе, что выражение содержит ссылки на список параметров и что перед вычислением выражения следует произвести замену параметров их конкретными значениями. В указанном примере в списке параметров должен существовать параметр с именем <Пауза>. Строка <ParametersList> является зарезервированным ключевым словом для доступа к списку параметров.

Каждый параметр в списке параметров имеет два поля: <Имя> – уникальный идентификатор параметра в списке, и <Значение> – в общем случае выражение, содержащее числовые либо символьные константы, а также ссылки на другие параметры из списка параметров. Редактирование списка параметров осуществляется при помощи кнопок панели инструментов. Чтобы создать ссылку свойства технологической команды на параметр из списка кроме ручного редактирования текстового поля можно использовать перетаскивание мышью соответствующего параметра из списка на нужный узел в списке команд. Значения из списка параметров доступны для редактирования не только из окна параметров, но и в глобальном инспекторе свойств операции в окне техпроцесса.





Таким образом, шаблон траектории представляет собой параметризованный список технологических команд CLData.

Кнопки панелей управления окна параметров имеют следующее назначение:

Кнопки левой панели:

-  <Развернуть все>. Разворачивает все узлы в списке команд.
-  <Свернуть все>. Сворачивает все узлы в списке команд.
-  <Добавить команду>. Добавляет команду, выделенную в списке доступных команд в то место, которое выделено в списке команд.
-  <Копировать команду в буфер обмена>. Копирует выбранную команду в буфер обмена.
-  <Вставить команду из буфера обмена>. Вставляет команду, скопированную в буфер обмена предыдущей операцией. Если выбрана группа команд, то новая команда будет добавлена в конец выбранной группы. Если выбрана другая команда, то новая будет вставлена сразу за текущей.
-  <Удалить команду>. Удаляет выделенную команду из списка команд.
-  <Сохранить группу команд>. Сохраняет группу команд. Кнопка становится активной при выборе группы в списке команд.

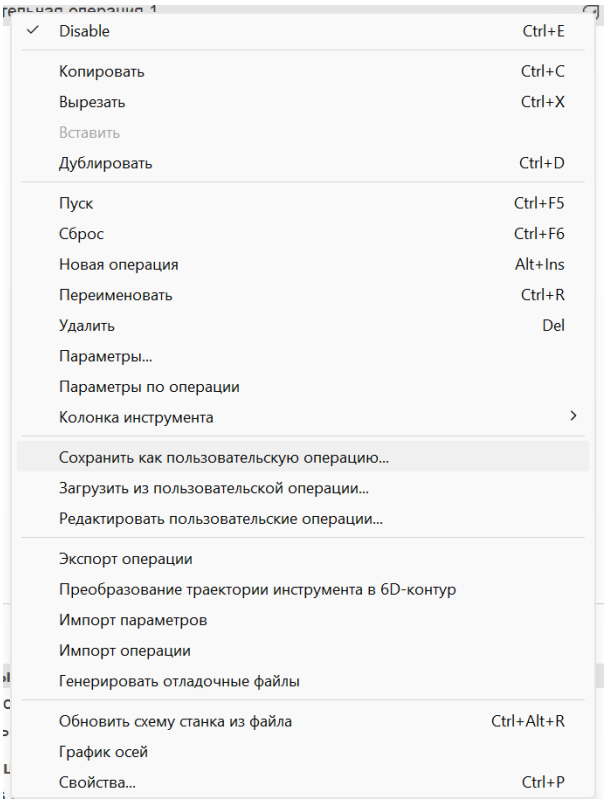
Кнопки правой панели.

-  <Добавить параметр>. Добавляет новый параметр в выделенное место <Списка параметров>.
-  <Удалить параметр>. Удаляет выделенный параметр из <Списка параметров>.
-  <Опустить параметр>. Опускает выделенный параметр в <Списке параметров> на одну строку ниже.

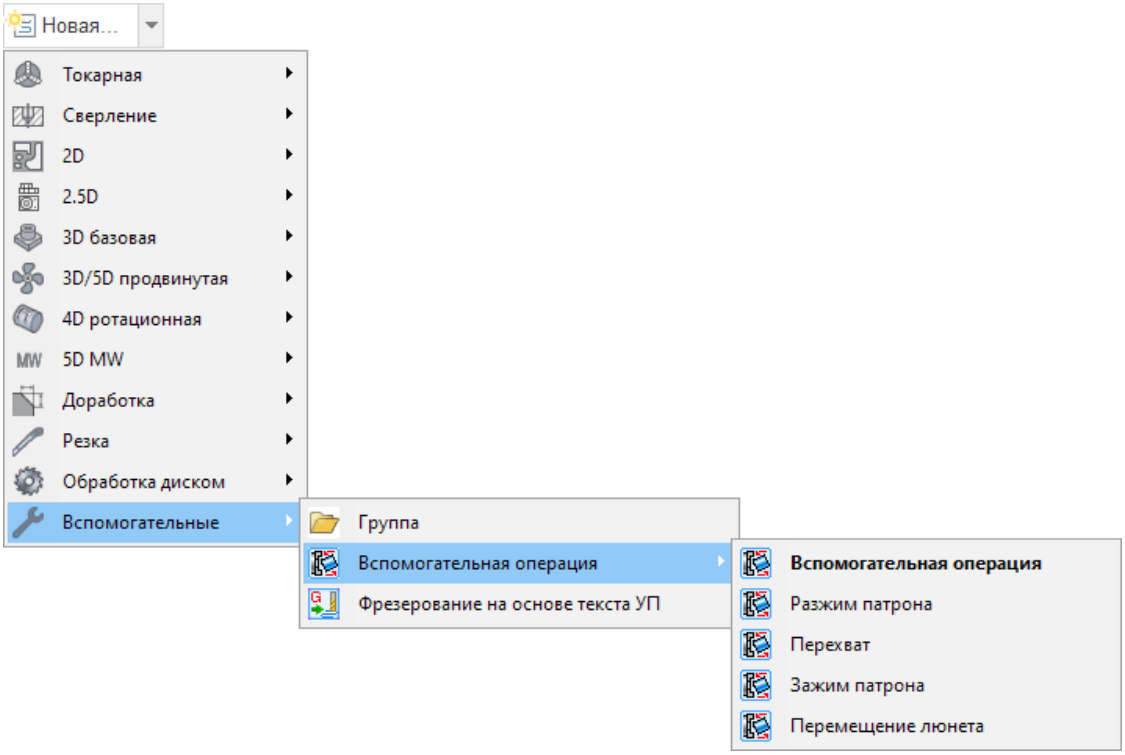
© 2025 ООО СПРУТ Технология

-  <Поднять параметр>. Поднимает выделенный параметр в <Списке параметров> на одну строку выше.
-  <Вставить параметр>. Подставляет в качестве значения свойства, выделенного в <Списке команд>, параметр, который выделен в <Списке параметров>.

Созданный один раз шаблон может быть сохранен для последующего использования при создании других проектов CAM системы. Для этого следует использовать механизм поименованных значений по умолчанию(see page 436) операций. Функции сохранения и загрузки параметров по умолчанию операции вызываются из контекстного меню, которое открывается при щелчке правой кнопкой мыши на имени конкретной операции в <Списке технологических операций> в режиме <Технология>.

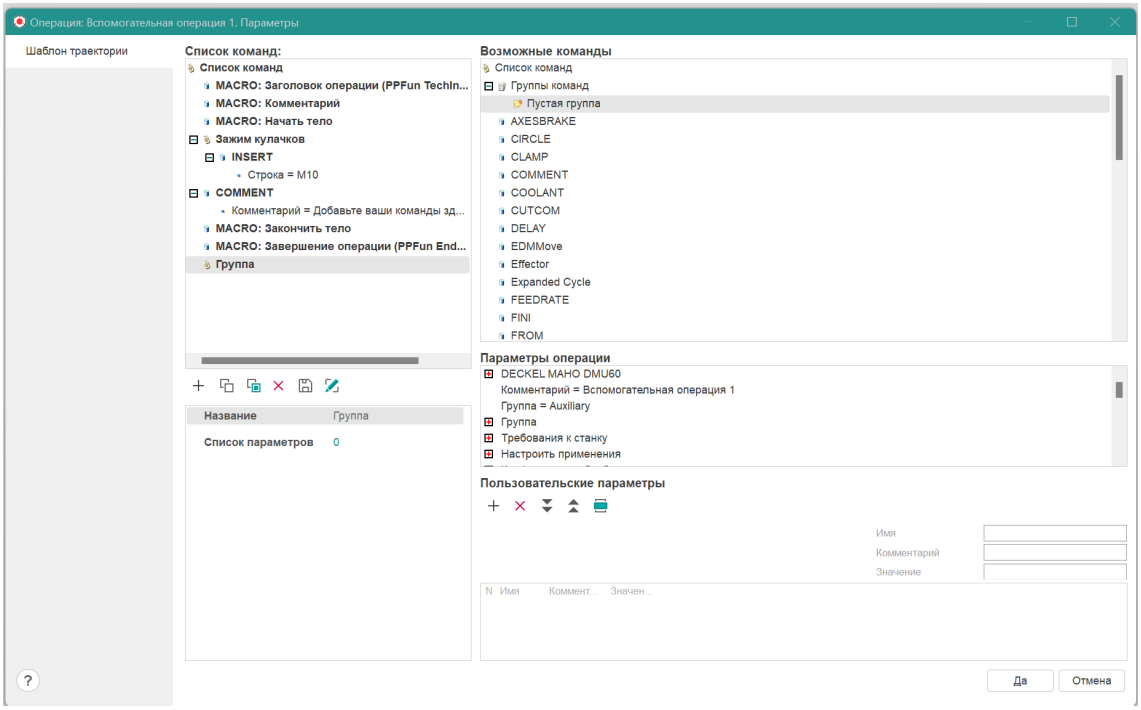


При выборе пункта <Сохранить как пользовательскую операцию...> текущий набор параметров операции оформляется в отдельный объект, который хранится в специальном файле независимо от текущего проекта и, таким образом, может быть использован в других проектах. После сохранения параметры по умолчанию становятся доступными при создании новой операции (в окне создания новой операции и в выпадающем меню создания операции).



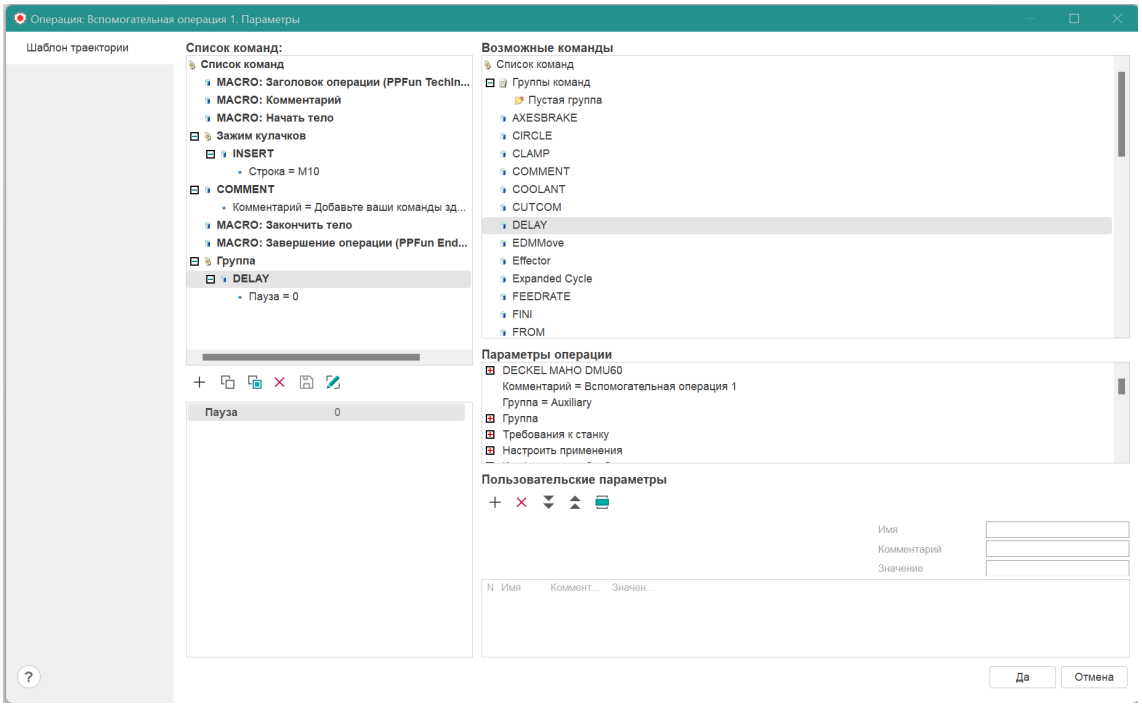
Параметры по умолчанию могут быть применены к операции не только при ее создании, но и к уже существующей операции. Для этого в контекстном меню операции следует выбрать пункт <Загрузить из пользовательской операции...>. На экране появится доступный для данного типа операции список умолчаний.

Кроме добавления команды к списку команд имеется возможность добавления группы команд. Для этого необходимо выбрать соответствующий объект в списке доступных команд. Можно изменить имя добавленной команды и задать количество параметров.



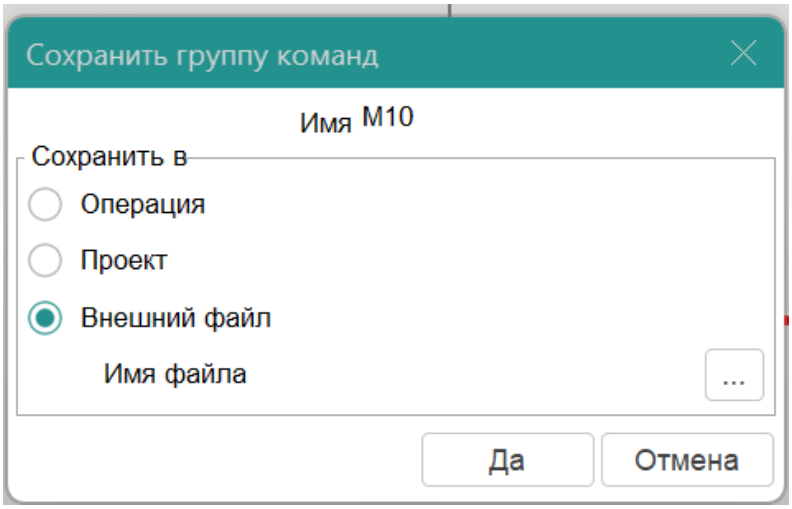
В группу также можно добавлять команды, используя список доступных команд. Таким образом формируется логически завершённая группа команд для решения определённой задачи.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сформированную группу команд можно сохранить  .

Появится окно выбора параметров сохранения:



Здесь следует указать уникальное имя группы. Для обеспечения уникальности имени можно задать пространство имён. Имеется три различных режима сохранения группы команд:

<Внутри операции> сохраняет группу команд внутри операции. При этом группа появиться в списке доступных команд. Сохранение шаблона приведёт к сохранению группы команд. Группы команд будут недоступны в другой операции.

<Внутри проекта> сохраняет группу команд внутри проекта. При последующей загрузке проекта вместе со списком операций будет загружена также группа команд.

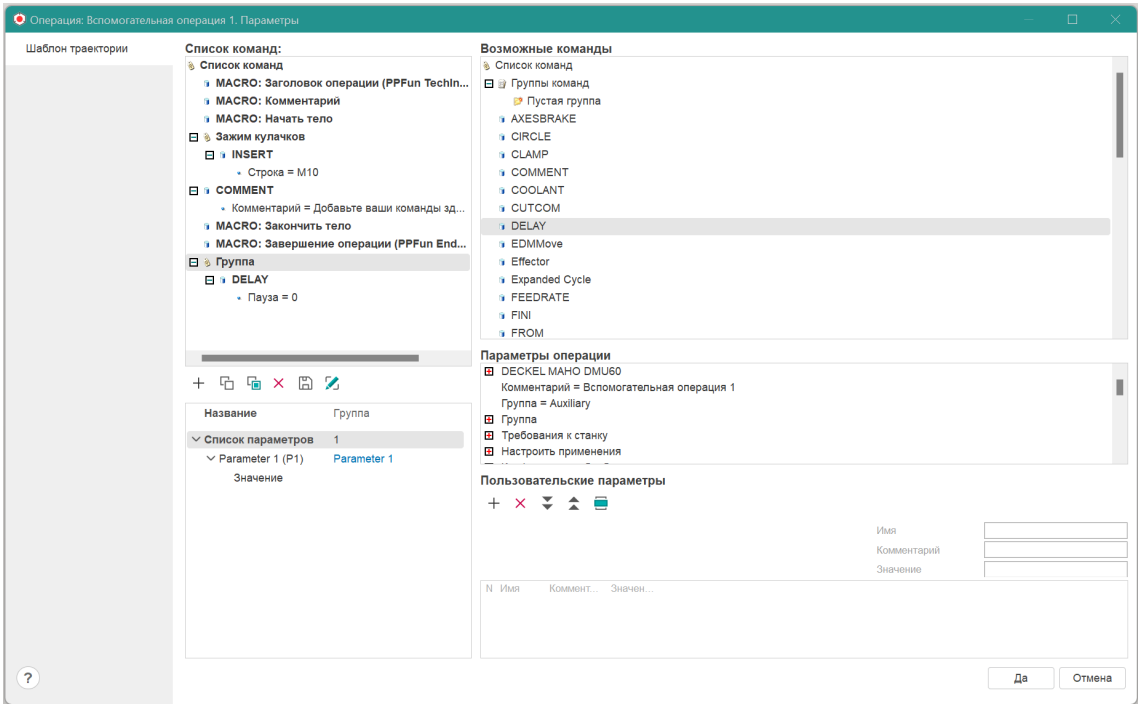
<Во внешнем файле> сохраняет группу команд во внешнем файле. Это позволяет использовать группу команд в любых операциях и проектах. При этом следует помнить, что набор именованных параметров из <Списка параметров> недоступен вне операции, для которой он был создан. Поэтому при создании группы команд, используемой в разных операциях ссылаться на эти параметры нельзя.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Вместо них следует использовать список параметров, создаваемых внутри группы команд. Набор этих параметров будет сохраняться вместе с группой команд. Для создания параметров в группе команд необходимо указать их количество и заполнить поля параметров

Созданные таким образом параметры будут доступны внутри этой группы команд.

Таким образом можно сохранить все типовые группы команд во внешних файлах и даже использовать их на другой машине. Для загрузки группы команд из внешнего файла необходимо вызвать контекстное меню щелчком правой кнопки мыши в списке доступных команд и выбрать пункт <Загрузить группу из файла>.

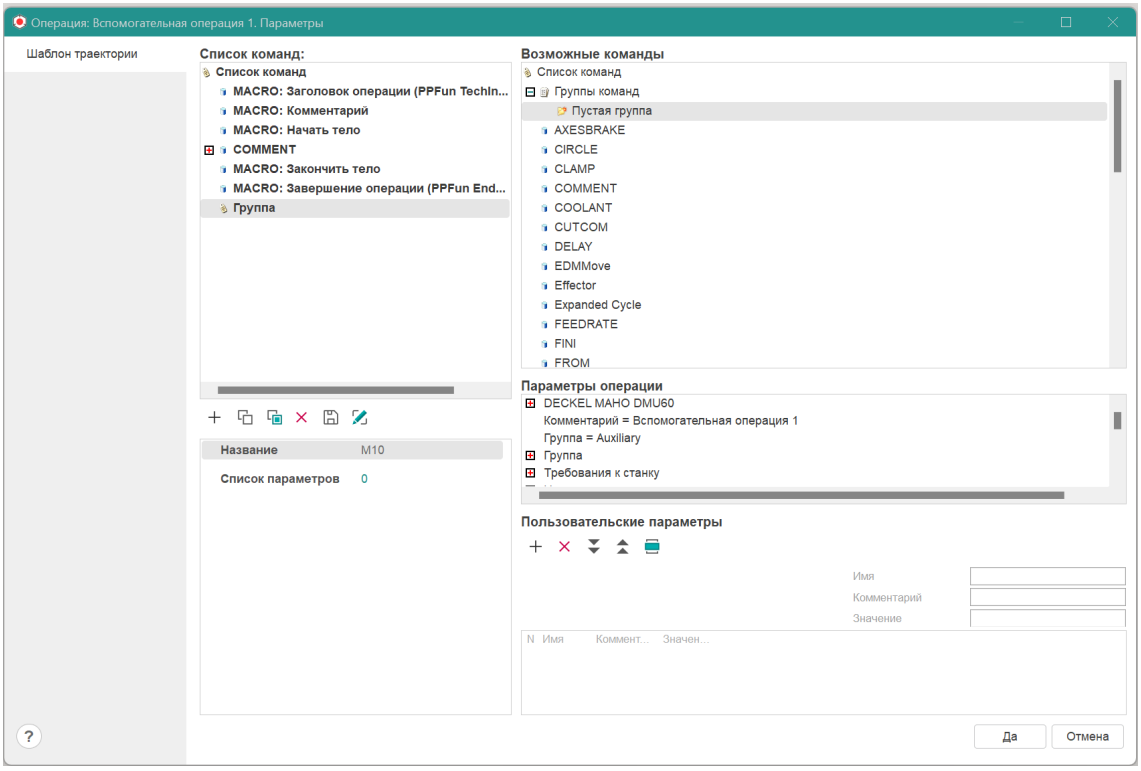


Рассмотрим пример использования групп команд.

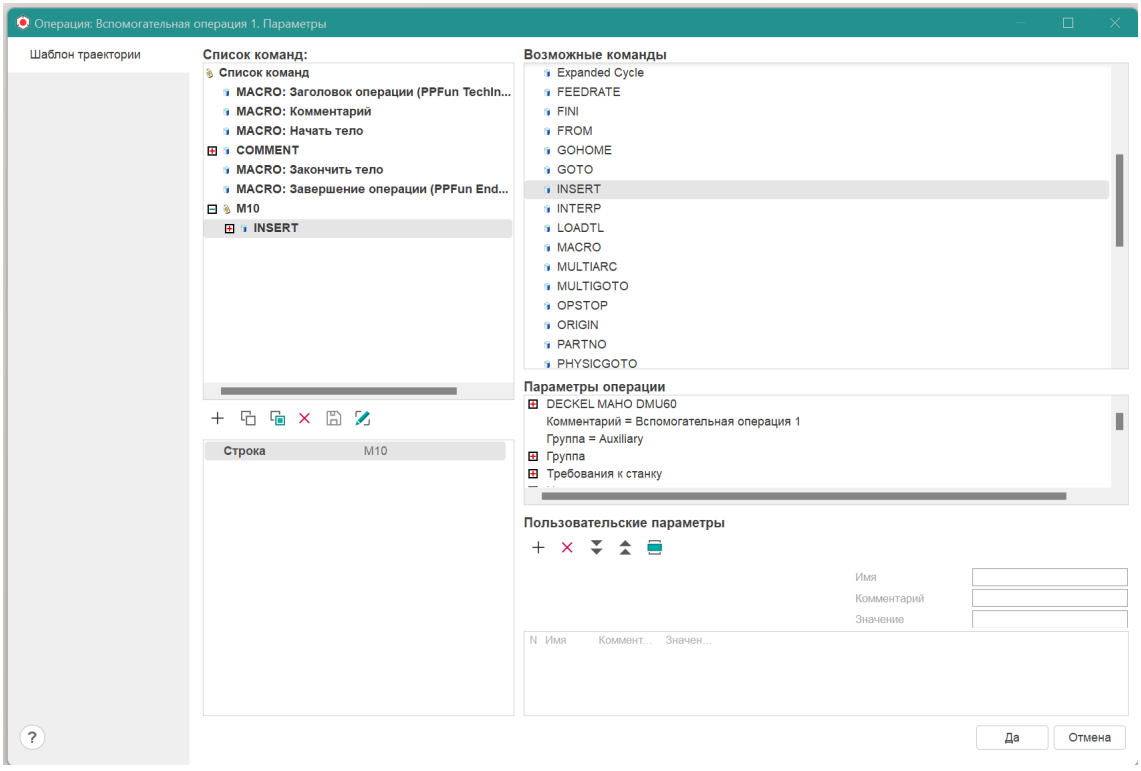
Допустим, необходимо перед началом обработки детали выполнить зажим кулачков держателя заготовки. Для этого необходимо вывести в управляющую программу команду M10.

1 шаг. Создадим пустую группу в списке команд и назовём её M10 (Зажим кулачков).

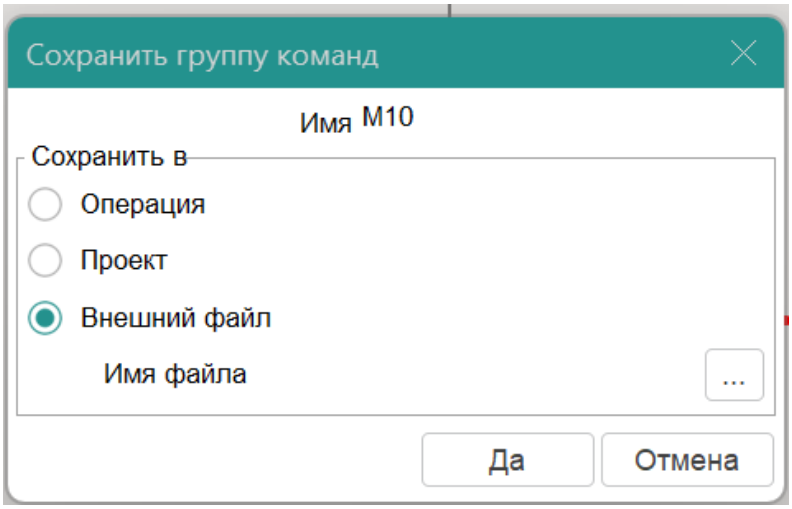
© 2025 ООО СПРУТ Технология



2 шаг. Добавим вывод команды M10. Добавим в группу команду INSERT и укажем значение="M10".

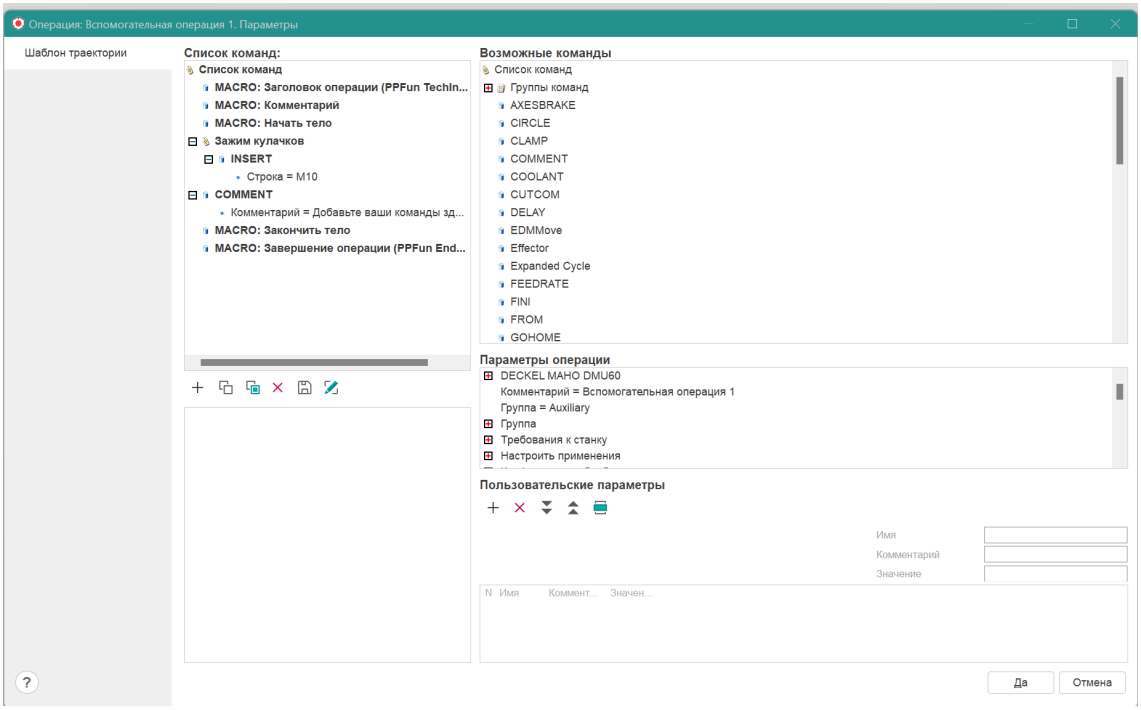


3 шаг. Сохраним созданную группу во внешнем файле.

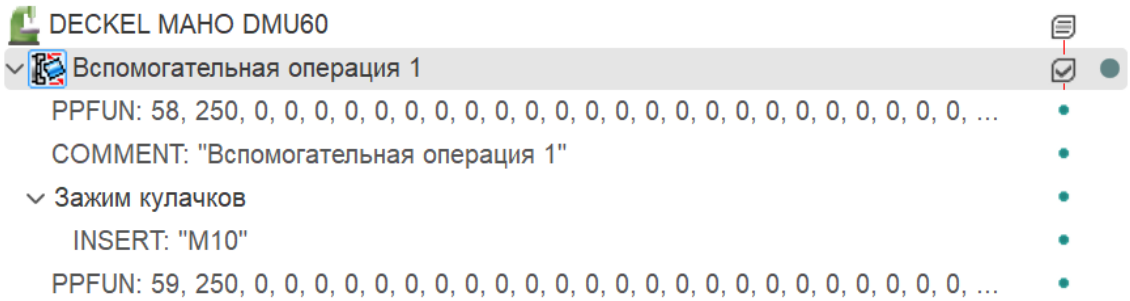


Теперь группа появилась в списке доступных команд.

4 шаг. Добавление зажима кулачков в список операций. Выберем группу операций <**Начало**> и добавим в неё группу <**Зажим кулачков**>



Теперь перед началом операции генерируется команда зажима кулачков.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Заметим, что в данной реализации система никак не моделирует процесс зажима кулачков. Зажим кулачков - это перемещение кулачков на некоторую величину. Для того, чтобы система моделировала перемещение кулачков, необходимо кроме INSERT выводить также команду MULTIGOTO. Величину перемещения кулачков при этом необходимо указывать в <Списке параметров>. Но так как в данной реализации операция сохраняется во внешнем файле, то параметр необходимо добавлять в группу команд, а не в <Списке параметров>.

Сопутствующие ссылки:

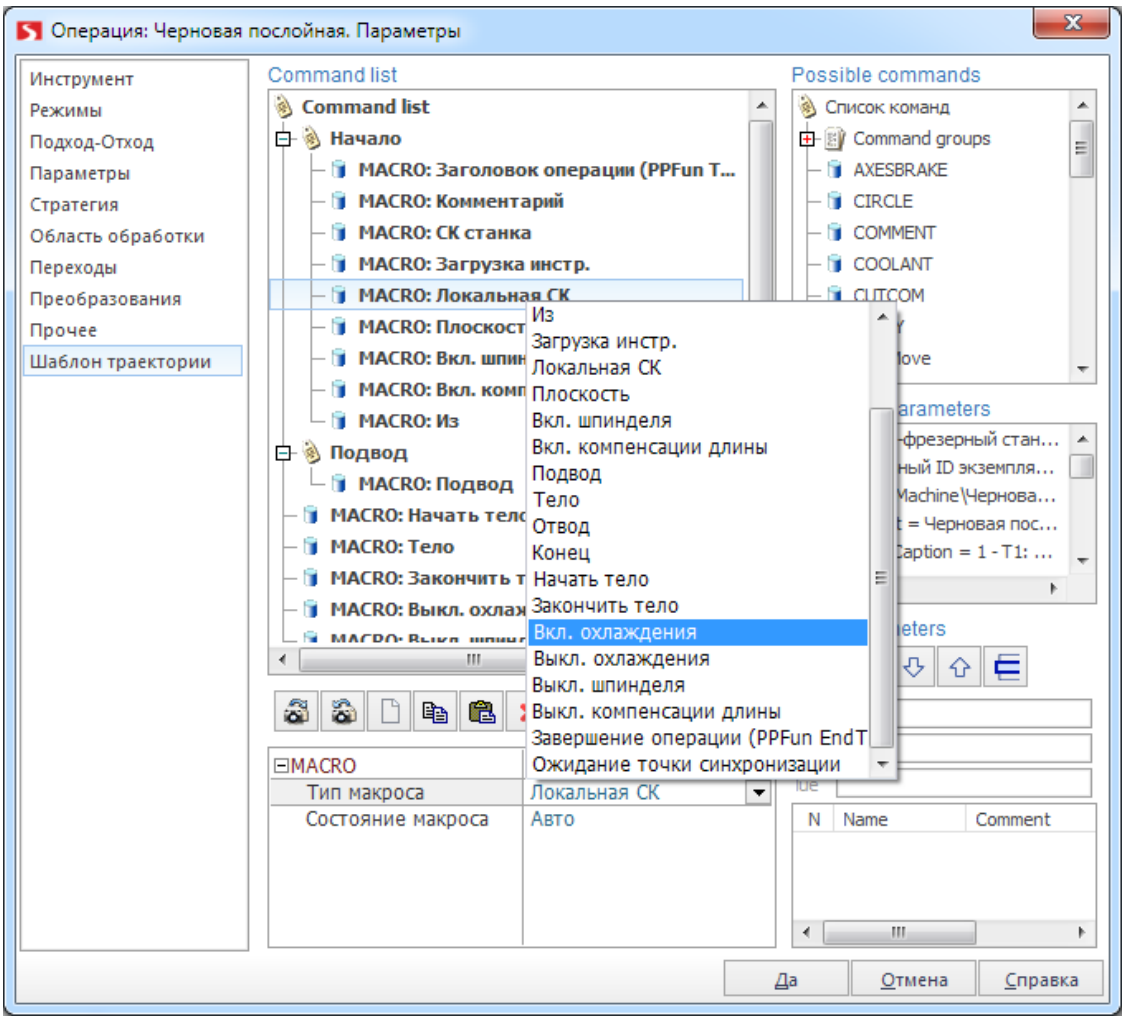
Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

Параметры по умолчанию операции(see page 436)

Макрокоманды в шаблоне траектории(see page 452)

5.1.14.1 Макрокоманды в шаблоне траектории

Обычная команда в шаблоне траектории напрямую отображает соответствующую команду в рассчитанную траекторию В отличие от нее макрокоманда запускает процедуру реализованную внутри CAM системы. В результате работы этой процедуры может быть сформирована одна или несколько команд CLData. Наименование и последовательность команд определяются типом макрокоманды. Список имеющихся макрокоманд появляется при выборе **типа макроса** в окне редактирования шаблонов.



Помимо типа макрос имеет **состояние**. Состояние макроса определяет способ работы вызываемой процедуры. Состояние **Авто** - является режимом по умолчанию. В этом режиме необходимость вывода соответствующих команд CLData определяется по алгоритмам,заложенным внутри CAM системы. При состоянии **выкл.** вывод команд не производится, что позволяет исключить ненужные команды не меняя существенно шаблон. При состоянии **вкл.** команды выводятся даже если в этом нет необходимости. Например, команда включения охлаждения выводится даже в том случае, если охлаждение не выключалось в предыдущей операции.

Для удобного манипулирования состояниями макросов, имеющихся в шаблоне, они вынесены на дополнительную страницу в инспекторе свойств операции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



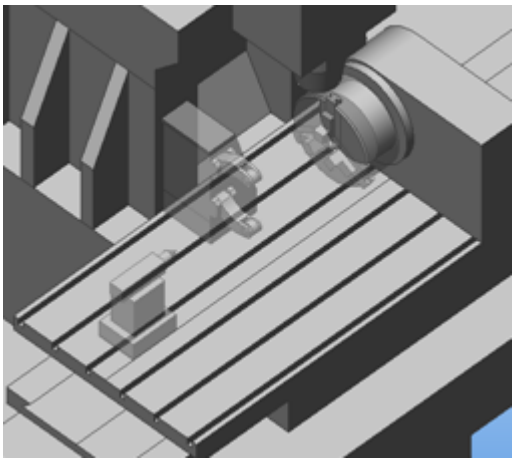
Макросы шаблона траектории

Макро	
Заголовок операции (PPFun T	Авто
Загрузка инстр.	Авто
Вкл. шпинделя	Авто
Вкл. компенсации длины	Авто
Из	Авто
Выкл. охлаждения	Авто
Выкл. шпинделя	Авто
Отвод	Авто
Выкл. компенсации длины	Авто
Завершение операции (PPFur	Авто
Список параметров	

Сопутствующие ссылки:

Шаблон траектории(see page 443)

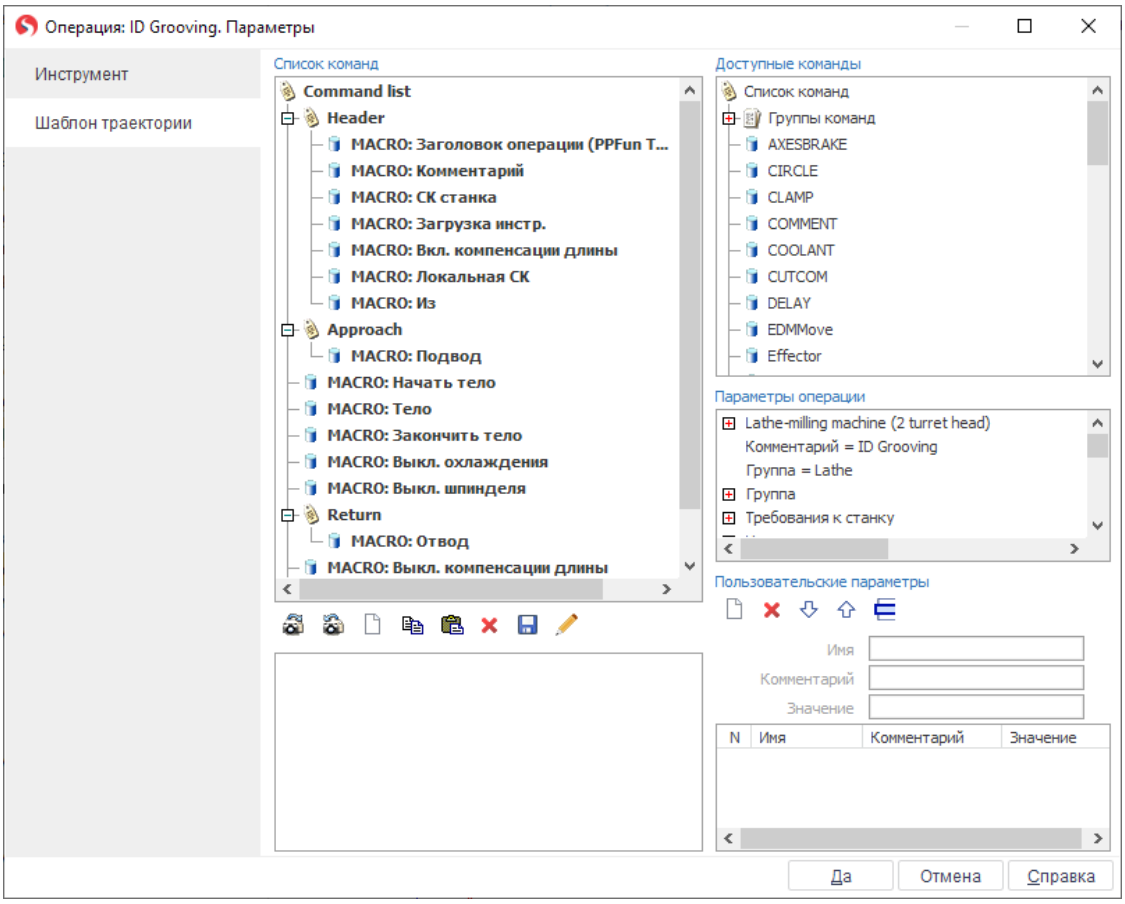
5.1.15 Создание вспомогательной технологической операции



<Вспомогательные операции> CAM системы (Auxiliary operations) предназначены для оформления специфичных, узко специальных (для определенных типов станков, для конкретного предприятия) последовательностей команд CLData в именованный список, который может быть сохранен и использован многократно в процессе работы с системой. Это могут быть, например, такие операции как зажим патрона, смена инструмента, подвод задней бабки, переворот заготовки, установка активной системы координат заготовки G54-G59 и т.п.

Экземпляр вспомогательной операции CAM системы создается как и любая другая операция, по нажатию на кнопку <Новая> в окне техпроцесса, либо через контекстное меню этой кнопки. Среди вкладок операций наряду с другими доступна группа <Вспомогательные>. В данной группе перечислен список возможных для конкретного станка вспомогательных операций. По умолчанию для всех типов станков активна только абстрактная <Вспомогательная операция>, которая представляет собой заготовку-шаблон с пустым набором команд CLData и списком параметров.

Редактирование свойств вспомогательной операции производится в окне параметров операции, на закладке <Шаблон траектории(see page 443)>.



Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

Шаблон траектории(see page 443)

5.1.16 Интерполяция траектории

Использование интерполяции это один из основных способов модификации траектории, позволяющий регулировать её плавность и концентрацию точек на ней.

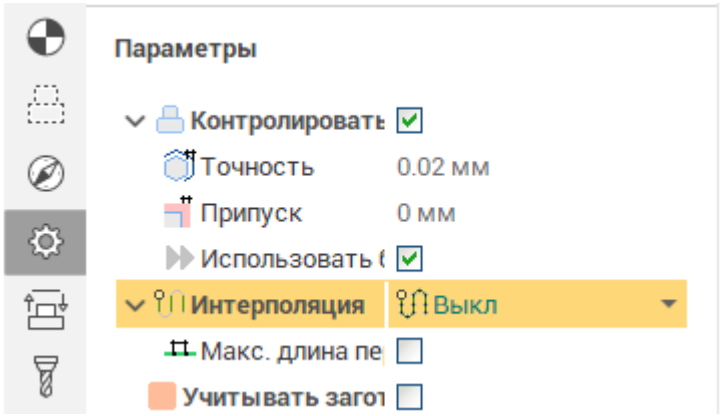
Интерполяция доступна в операциях:

- Резка диском 6D
- Черновая диском
- Черновая ротационная
- Пиление
- Морфинг
- 5D по поверхностям
- 3D смещение
- 3D спираль
- Ротационная обработка
- 5D контур
- 6D резка ножом

© 2025 ООО СПРУТ Технология

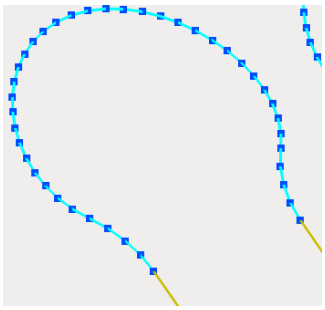
- Подчистка углов
- Карандашная
- Наплавка 5D
- 3D контур
- Сварка 5D
- Черновая управляемая
- Чистовая управляемая
- Чистовая построчная
- Черновая построчная
- Оптимизированная построчная
- Чистовая комплексная
- Чистовая комбинированная
- Фаски
- 5D по сеткам

Включить интерполяцию можно на вкладке "Параметры" в окне инспектора:

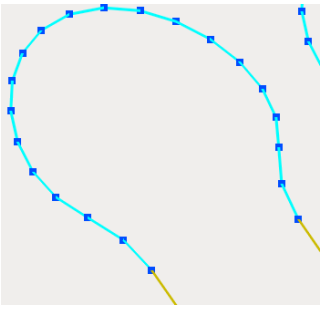


По умолчанию - система самостоятельно выбирает тип интерполяции в зависимости от параметров станка и типа траектории. Как правило, если станок поддерживает пространственные дуги и траектория операции 5 или 6 осевая, то будет использоваться режим "**Пространственные дуги**". Если станок не поддерживает пространственные дуги, но поддерживает дуги в плоскостях XY/YZ/ZX, а траектория является 3 х координатной, то будет использоваться режим "**Плоские дуги**". Если станок вообще не поддерживает дуги, то будет использоваться режим "**Отрезки**".Параметры интерполяции:

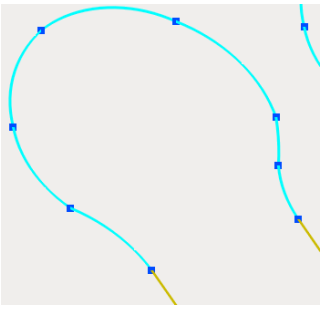
- **Выкл** - вывод только отрезками без изменений.



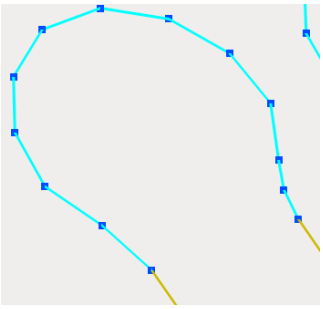
- **Отрезки** - интерполирует отрезками с заданной точностью.



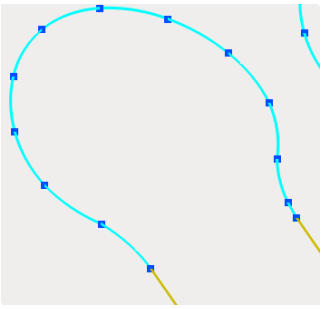
- **Плоские дуги** - вывод дуг в плоскостях XY/YZ/ZX командой Circle (зависит от операции).
- **Пространственные дуги** - вывод дуг командой Multiarc, если поддерживается станком.



- **Отрезки фиксированной длины** - вывод отрезками заданной длины. Допустимо только для гладкой траектории. Острые углы могут быть срезаны.



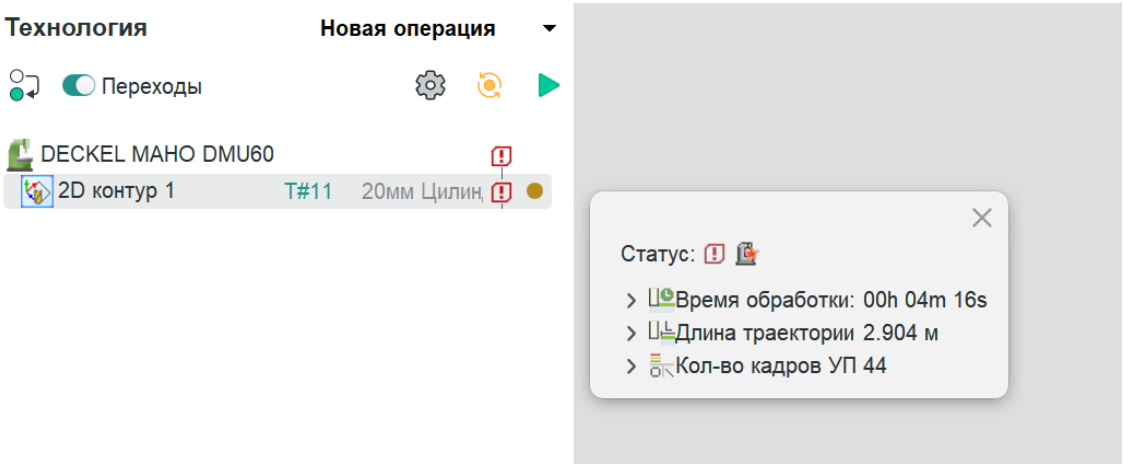
- **Дуги фиксированной длины** - вывод дугами "Multiarc" заданной длины. Допустимо только для гладкой траектории.



- **Пространственные дуги(старый метод)** - вывод дуг командой "Multiarc"(старый способ) в тех операциях, где он раньше присутствовал.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

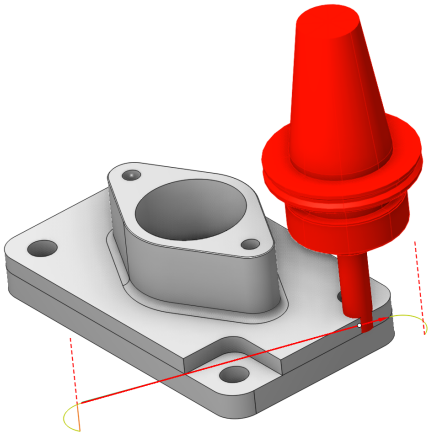
5.1.17 Обнаружение столкновений станка при фоновом расчете результатов обработки



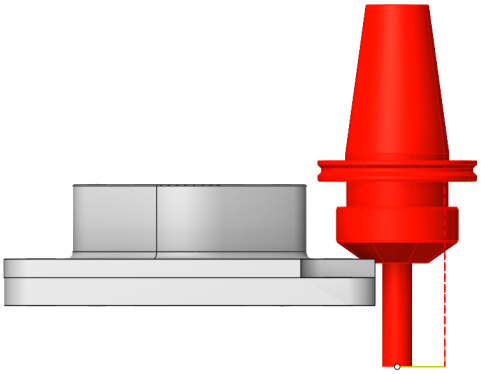
5.1.17.1 **Область применения:**

Результат фоновой обработки позволяет вам контролировать результат после расчета:

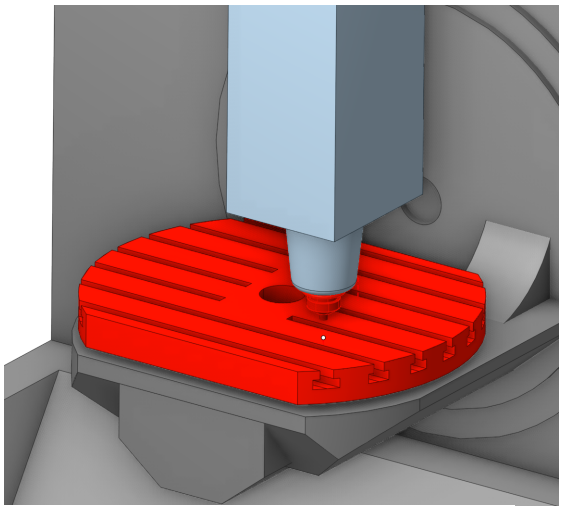
- столкновение инструмента с моделью

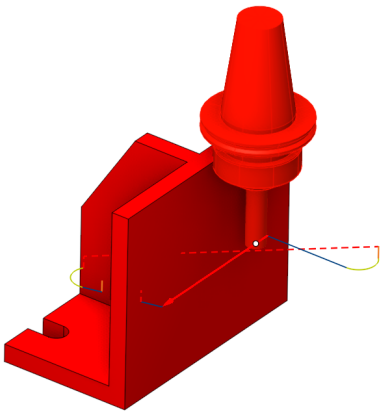


- столкновение оправки с моделью



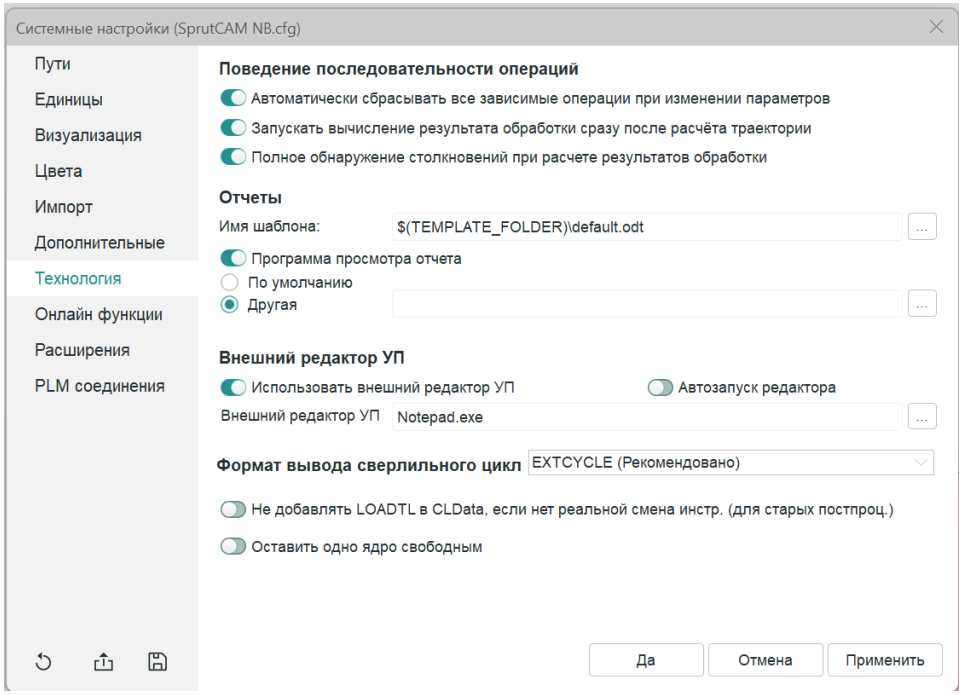
- столкновение оборудования/приспособления с моделью



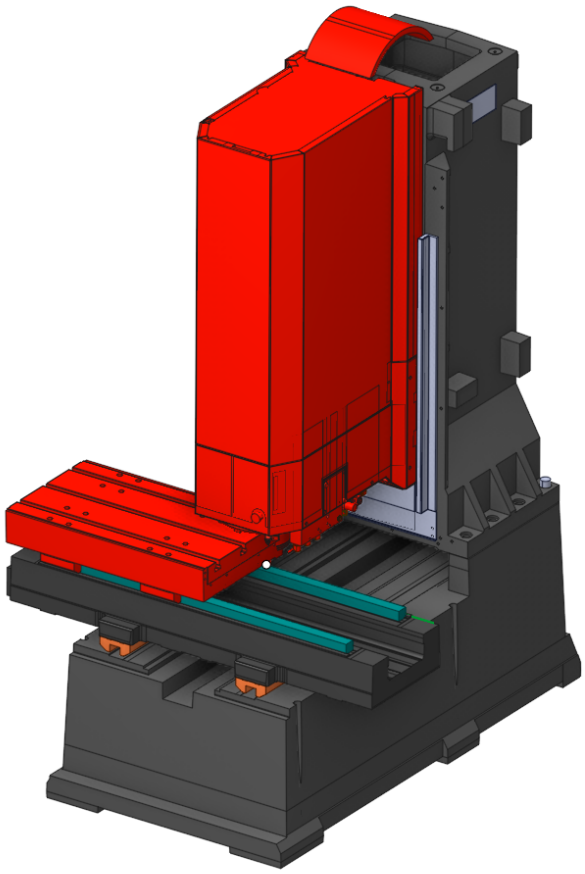


По умолчанию эта опция отключена. Ее можно включить в настройках на вкладке **Технология**.

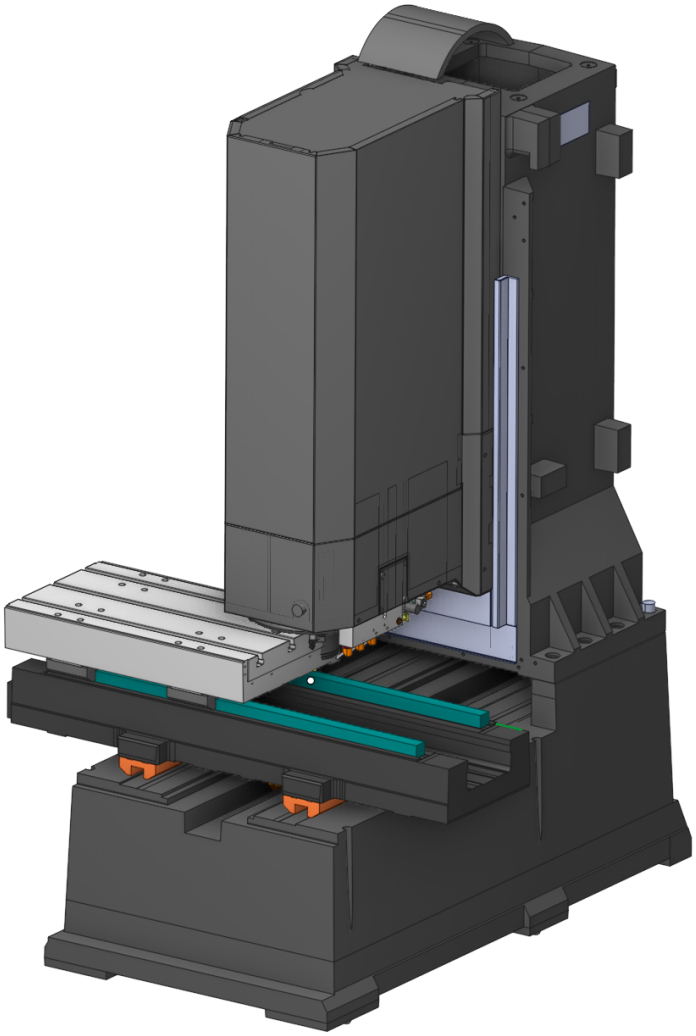
© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.1.18 Редактирование списка игнорируемых столкновений.



© 2025 ООО СПРУТ Технология



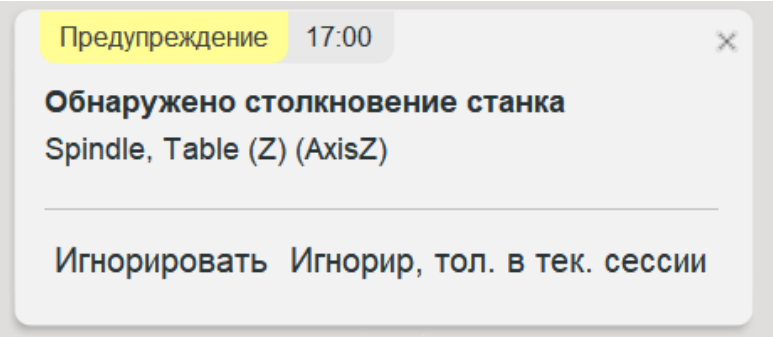
5.1.18.1 Область применения:

Реализовано прямое редактирование раздела **CDIgnoreList** в схеме станка непосредственно из CAM-системы. Ранее для редактирования требовался ручной ввод данных в Блокноте или использование **MachineMaker**.

При возникновении столкновения во время симуляции появляется уведомление, указывающее на столкновение между узлами. К этому уведомлению добавлены кнопки **Игнорировать** или **Игнорировать только в текущей сессии**.

Функциональность:

1. При обнаружении столкновения во время симуляции пользователю отображается уведомление, указывающее на столкнувшиеся узлы (например, узел X и узел Y). Это уведомление включает кнопки **Игнорировать** или **Игнорировать только в текущей сессии**. Нажатие кнопки **Игнорировать** добавляет выявленную пару узлов в **CDIgnoreList**, это позволяет игнорировать будущие столкновения между этими конкретными узлами



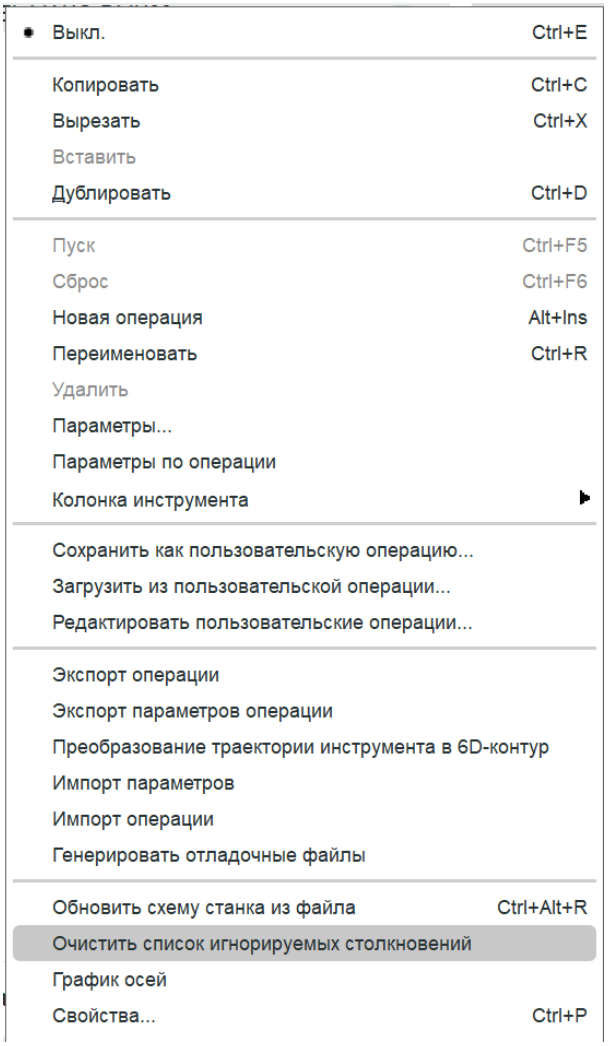
В первом случае рядом с файлом кинематики станка создается файл с расширением “.cdil”. Если файл не существует, он создается.

При создании нового CAM-проекта система ссылается на станок. Если рядом с файлом станка существует файл списка игнорирования, данные загружаются из него; в противном случае данные загружаются непосредственно из файла станка.

Во втором случае файл не создается. Все работает только в рамках текущей сессии.

2. Файл можно очистить через всплывающее меню станка (на вкладке **Технология**).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

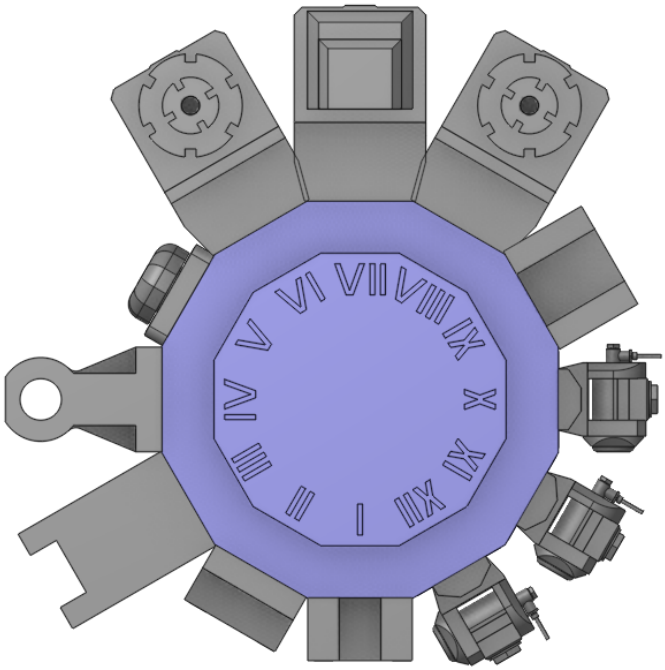


5.2 Структура режима работы технология Технология

5.2.1 **Область применения:**

Здесь представлены ключевые разделы, которые вы обнаружите при использовании вкладки **Технология.**

5.2.2 Панель Оборудование



5.2.2.1 **Область применения:**

Данная вкладка необходима для настройки основных параметров проекта, в первую очередь связанных с кинематической схемой оборудования.

Описание.

Название оборудования. Должно быть уникальным.

Нажмите здесь для раскрытия...

Комментарий. Задается краткое описание данного оборудования.

Группа. Указывается принадлежность к одной из групп станков. Группа используется только для сортировки в библиотеке станков. Доступны семь разновидностей:

- разрезной
- электроэрозионный
- фрезерный
- токарный
- токарно-фрезерный
- робот
- другой

Разработчик. Разработчик данного оборудования. Это может быть автор схемы XML или производитель станка с ЧПУ.

Стойка ЧПУ. Название системы ЧПУ.

Файл постпроцессора. Путь к файлу постпроцессора.

Файл настройки интерпретатора УП. Путь к файлу интерпретатора (*.snci).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Единицы измерения. Приводятся единицы измерений величин, используемых в проекте с данным станком.

Наладка**.**

Группа параметров задает параметры инструментальных блоков, как правило, в токарных проектах.

Нажмите здесь для раскрытия...

Позиция инструментального блока. Определяет содержание и параметры инструментальных блоков в инструментальных позициях станка. Можно разместить инструментальный блок в любой доступной позиции, скрыть его или сделать инструментальную позицию пустой.

Визуальные свойства. Управляет параметрами визуализации инструментального блока. При установленном флаге инструментальный блок становится видимым, и в этом состоянии можно изменять его цвет. Параметры этой подгруппы те же, что и в подразделе **Схема**.

Стойка ЧПУ.

В этом подразделе задаются параметры, определяющие особенности вывода управляющих программ.

Нажмите здесь для раскрытия...

Дуги. Группа параметров, управляющих работой с дуговыми сегментами траектории.

Использовать дуги. Параметр определяет будут ли выводиться дуги в команды перемещения CLData (например, в команды круговых интерполяций). Когда параметр неактивен, дуги выводиться не будут, и траектория будет представлена прямыми отрезками.

Использовать дуги в плоскости XY. Параметр определяет будут ли выводиться дуги в плоскости XY.

Использовать дуги в плоскости YZ. Параметр определяет будут ли выводиться дуги в плоскости YZ.

Использовать дуги в плоскости ZX. Параметр определяет будут ли выводиться дуги в плоскости ZX.

Разбиение окружностей. Параметр позволяет разбивать окружности на сегменты. Он может принимать значения: **Не разбивать, Разбивать на четверти, Разбивать на половины**. Это необходимо для построения некоторых видов интерполяции (например, для построения круговой интерполяции с применением радиуса R).

Не разбивать. Окружности не разбиваются на дуги.

Разбивать на четверти. Окружность разбивается на квадранты.

Разбивать на половины. Окружность разбивается на половинки.

Минимальная длина дуги. Если длина дуги меньше значения, заданного в параметре, то дуга будет представлена в виде отрезков прямых.

Максимальный радиус дуги. Если длина дуги больше значения, заданного в параметре, то дуга будет представлена в виде отрезков прямых.

Пространственные дуги. Дуги не принадлежат одной плоскости интерполяции. Параметр обычно используется в роботах для генерации

команд CLData MULTIARC. Эта команда определяет дугу окружности, проходящую через три точки с определенной ориентацией оси инструмента для каждой из точек. Узнать больше.

Минимальное расстояние между начальной и конечной точками. Если расстояние между начальной и конечной точками дуги меньше значения, заданного в параметре, то дуга будет представлена в виде прямых отрезков.

Режим ориентации. Правило интерполяции в промежуточной точке может быть установлено или **Относительно траектории** или **Относительно СК.**

Учитывать ориентацию в средней точке. Параметр определяет, будет ли учитываться ориентация инструмента в средней точке дуги.

Сингулярности. Параметр определяет возможности системы для автоматического предотвращения возникновения сингулярностей.

Разрешить отклонение осей. Параметр определяет на какой угол возможно отклонить узлы станка или робота от номинального рассчитанного положения с целью обхода зоны сингулярности.

Для роботов действуют дополнительные параметры сингулярности, определяющие допустимые отклонения осей в разных звеньях робота: **Кисть**, **Локоть**, **База**. Для каждого из этих звеньев может задаваться свой угол обхода сингулярности.

Конфигурация станка (робота) по умолчанию. Определяется положение вывернутости узлов станка или робота в отображении на кинематической схеме.

Список настроек начальной точки. Параметры, определяющие отображение системы координат детали.

Префикс начальной точки. Параметр определяет адрес для отображения системы координат детали (WCS).

Начальный номер. Параметр устанавливает начальный номер системы координат детали (WCS).

Шаг. Параметр определяет приращение для расчета номера следующей системы координат детали (WCS).

Создать новую исходную точку для группы деталей. Параметр определяет требуется ли автоматическое создание новой системы координат детали (WCS) для следующей группы деталей такого же типа.

Параметры коррекции на радиус. Определяет особенности построения траектории при учете коррекции на радиус инструмента.

Величина острого угла. При учете коррекции на радиус инструмента на участках контура, содержащих острые углы, применяются специальные алгоритмы для построения траектории инструмента. Данный параметр определяет максимальный угол, который система будет считать острым.

Поворотные преобразования. Определяет доступность параметров поворотных преобразований на вкладке **Преобразования**.

Полярная интерполяция доступна. При установленном флаге можно сменить движение по линейной оси движением по угловой

© 2025 ООО СПРУТ Технология

оси, используя параметр **Поворотные преобразования** на вкладке **Преобразования**. Обычно это необходимо для токарных станков, имеющих возможность применения приводного инструмента или для ротационных операций на четырех- или пяти-осевых станках.

Стойка поддерживает полярную интерполяцию. При установленном флаге становится доступным параметр **Интерполяция стойкой** на вкладке **Преобразования** в группе **Поворотные преобразования**. Если этот параметр активирован, то генерируется управляющая программа с командами, включающими или отключающими полярную интерполяцию.

Цилиндрическая интерполяция доступна. При установленном флаге можно использовать функцию цилиндрической интерполяции, используя параметр **Поворотные преобразования** на вкладке **Преобразования**. Это дает возможность фрезерования по кривым на боковых поверхностях цилиндров. Система программирует такие кривые в координатах [X,Y,Z], но большинство токарно-фрезерных станков может работать только в координатах [X,C,Z]. Таким образом, цилиндрическая интерполяция выполняет преобразование [X,Y,Z] => [X,C,Z].

Стойка поддерживает цилиндрическую интерполяцию. При установленном флаге становится доступным параметр **Интерполяция стойкой** на вкладке **Преобразования** в группе **Поворотные преобразования**. Если этот параметр активирован, то генерируется управляющая программа с командами, включающими или отключающими цилиндрическую интерполяцию.

Начать с C=0. При установленном флаге параметр **Начать с C=0** на вкладке **Преобразования** в группе **Поворотные преобразования** становится активным по умолчанию .Это приводит поворотную ось в нулевое положение перед переключением на полярную или цилиндрическую интерполяцию.

Система координат инструмента. Определяет в каком формате выводить параметры ориентации инструмента в командах CLDATA, содержащих пятиосевые перемещения.

Дополнительное преобразование. Если необходимо вывести систему координат инструмента, отличную от принятой по умолчанию (ось инструмента вдоль оси Z), то применяя данные параметры смещения по осям координат, можно расположить систему координат инструмента согласно желаемой ориентации..

Выводить флаги состояния станка в CLData. При программировании роботов, их физические координаты относительно декартовых координат определяются также и положением вывернутости их звеньев. Данный параметр определяет, нужно ли выводить в CLData флаги, обозначающие положение вывернутости.

Менять местами СК инструмента и заготовки. При программировании роботов, бывают ситуации, когда в рабочем органе робота установлена заготовка вместо инструмента. В этом случае необходимо поменять местами системы координат инструмента и заготовки. Установите флаг, если контроллер робота не поддерживает такого преобразования.

Выводить нормаль в точке контакта инструмента с поверхностью. При пятиосевой коррекции на радиус инструмента необходимо смещать инструмент вдоль нормали к поверхности из их точки контакта. При установке флага, в CLData перед каждым перемещением выводится дополнительная команда TLContact, в которой выводятся параметры нормали к поверхности в точке контакта инструмента и детали.

Индексная 5-ти осевая обработка. Определяет доступность параметров и режимы преобразования координат при индексной пятикоординатной обработке.

Индексный режим пяти осевой коррекции. Определяет параметры преобразования координат в режиме индексной пятиосевой обработки (для функций наклонной плоскости).

Пятиосевая коррекция настроечной точки. Параметр отвечает за поворот настроечной точки инструмента вместе с поворотом инструментальной головки.

Пятиосевая коррекция нуля детали. Параметр отвечает за поворот нуля детали вместе с поворотом стола.

Пятиосевая коррекция координатных осей. Параметр отвечает за поворот системы координат детали вместе со столом.

Локальная система координат. Определяет режим отображения параметра **Локальная СК** во вкладке **Наладка** каждой операции.

Недоступно. Параметр **Локальная СК** не отображается.

Выкл. Параметр **Локальная СК** отображается, но по умолчанию находится в положении **Выкл.**
Авто. Параметр **Локальная СК** отображается, и по умолчанию находится в положении **Авто**. В этом режиме при поворотных преобразованиях положение СК детали становится таким, что ось Z ориентируется по оси инструмента, а ее начало остается привязанной к точке детали, выбранной пользователем.

Режим позиционирования СК. Определяет поведение физических осей станка при поворотных преобразованиях.

Без перемещений. Производится только поворот системы координат без физических перемещений осей станка.

Поворот. Производится поворот системы координат и согласованный с ним поворот физических осей станка, но не выполняется компенсация рассогласования положения настроечной точки инструмента и начала системы координат движением линейных осей.

Перемещение. Производится поворот системы координат и согласованный с ним поворот физических осей станка, и одновременно выполняется компенсация рассогласования положения настроечной точки инструмента и

© 2025 ООО СПРУТ Технология

начала системы координат движением линейных осей.

Пространственная. Определяет какими углами — пространственными углами или поворотными осями станка — выполнять преобразование системы координат. При включенном флаге преобразование выполняется пространственными углами.

Тип углов Эйлера (последовательность вращений). Если поворотные преобразования выполняются пространственными углами, то этот параметр определяет, в какой последовательности будут производится повороты.

Повороты вокруг подвижных осей. Параметр определяет вокруг каких осей — неподвижных или предварительно повернутых будут производиться повороты по пространственным углам. При включенном флаге каждый последующий поворот будет производится вокруг оси предварительно повернутой системы координат.

Углы в градусах. Параметр определяет в каких единицах измерения отсчитываются углы поворотов. При включенном флаге отсчет производится в градусах, при отключенном — в радианах.

Перемещать Авто ЛСК вместе со столом. Параметр определяет положение СК детали при поворотных преобразованиях при включенном режиме **Локальной СК Авто** . При включенном флаге, СК детали становится привязанной к детали при поворотных преобразованиях, ось Z СК детали становится по оси инструмента. При выключенном флаге, СК детали остается в первоначальном положении и вместе с заготовкой не перемещается.

Правило расчета ЛСК Авто. Определяет расположение осей X и Y при включенном параметре **Перемещать Авто ЛСК вместе со столом**.

Привязывать к СК инструмента. Применяется в станках, где поворотные оси реализуются за счет поворотов инструмента. В этом случае оси будут поворачиваться вместе с поворотом инструмента.

Привязывать к СК станка. Направление осей будет привязываться к неподвижной глобальной СК станка.

Привязывать к СК заготовки. Применяется в станках, где поворотные оси реализуются за счет поворотов заготовки. В этом случае оси будут поворачиваться вместе с поворотом заготовки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Исключить пространственный угол A. При поворотных преобразованиях ось X остается соосной с осью X системы координат станка.

Исключить пространственный угол B. При поворотных преобразованиях ось Y остается соосной с осью Y системы координат станка.

Исключить пространственный угол C. При поворотных преобразованиях ось Z остается соосной с осью Z системы координат станка.

Поворотная СК заготовки. При включении флага, в параметре **СК заготовки** во вкладке **Наладка** становится возможным не только смещать, но и поворачивать систему координат детали.

Непрерывная 5-ти осевая обработка. Определяет доступность параметров и режимы преобразования координат при непрерывной пятикоординатной обработке.

Доступность режима TCPM. При включенном флаге во вкладке **Наладка** становится доступным параметр **Управление центральной точкой**. Необходимо пользоваться только тогда, когда в системе ЧПУ есть такая функция. При отключенном флаге, система использует параметры преобразования координат из Индексного режима пятиосевой коррекции.

Состояние по умолчанию опции TCPM. При включенном флаге во вкладке **Наладка** параметр **Управление центральной точкой** становится активным по умолчанию. При выключенном флаге этот параметр неактивен по умолчанию.

Выключать TCPM при вращении назад. При включенном флаге становится доступной опция отключения режима TCPM при переходах при вращении заготовки в исходное положение.

TCPM режим 5-ти осевой коррекции. Определяет параметры преобразования координат в каждом кадре управляющей программы в режиме непрерывной пяиосевой обработки.

Пятиосевая коррекция настроечной точки . Параметр отвечает за поворот настроечной точки инструмента вместе с поворотом инструментальной головки.

Пятиосевая коррекция нуля детали . Параметр отвечает за поворот нуля детали вместе с поворотом стола.

Пятиосевая коррекция координатных осей . Параметр отвечает за поворот системы координат детали вместе со столом.

Смена инструмента.

Группа параметров, определяющих поведение системы при смене инструмента.

Нажмите здесь для раскрытия...

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Использование. Параметр определяет нужно ли выполнять отвод к точке смены инструмента.

Нажмите здесь для раскрытия...

Авто. Только когда смена инструмента нужна. В CAM системе выполняется отвод к позиции смены инструмента только тогда, когда в следующей операции используется другой инструмент. Если в следующей операции используется тот же инструмент, то отвода в точку смены в конце операции не будет.

Всегда. Будет происходить в позицию смены инструмента вне зависимости - будет или использоваться в следующей операции новый инструмент или тот же самый.

Не использовать. Отводов в позицию смены инструмента происходить не будет. То есть в CLDATA не будут выводиться команды подвода/отвода, в симуляции не будет движений подвода/отвода.

Режим вывода. Параметр определяет, какими адресами будет выполняться вывод отвода в позицию смены инструмента в управляющей программе.

Нажмите здесь для раскрытия...

На настроечную точку инструмента (координаты в СК заготовки). В управляющую программу в качестве точки смены инструмента будут выведены заданные координаты кончика инструмента относительно системы координат заготовки.

Через референтную точку станка (ISO G28). Отвод в позицию смены инструмента выполняется заданием движения в референтную точку (G28).

В физических координатах станка (ISO G53). Движения отвода в позицию смены инструмента выполняются в системе координат станка - через функцию G53.

Точка смены инструмента. Задаются координаты точки смены инструмента.

Тяжелые оси. Указываются адреса осей, которые нежелательно перемещать при отводе/подводе в позицию смены инструмента. Параметр используется для автоматического расчета подвода/отвода в точку смены инструмента, если выставлено правило - Обход столкновений. В этом случае CAM система сама пытается построить подвод и отвод таким образом, чтобы избежать столкновений, двигая при этом различными осями станка. Иногда некоторыми осями станка нежелательно двигать. Они называются тяжелыми осями. Адреса тяжелых осей указываются в этом подразделе.

Расчет времени смены инструмента. Параметр определяет, как CAM система рассчитывает время на смену инструмента:

Нажмите здесь для раскрытия...

Правило по умолчанию. Правило расчета, применяемое в проекте по умолчанию.

Не определено. Время смены инструмента заложено жестко в алгоритме CAM системы и не может меняться.

Постоянное время. Явно задаваемое время смены инструмента. значение задается в параметре **Постоянное время**.

Расширенные правила. Параметр позволяет активировать несколько правил расчета, которые появляются в виде выпадающего списка. В соответствии с числом, заданным в этом параметре, будет активировано столько же правил расчёта. Внутри каждого элемента списка можно использовать любое из вышеприведенных правил.

Охлаждения**.**

Группа параметров, управляющих применением смазочно-охлаждающих жидкостей в проекте.

Нажмите здесь для раскрытия...

У каждого вида СОЖ имеются следующие параметры:

Идентификатор вида (трубопровода) СОЖ. Условный код способа подачи СОЖ.

Имя трубопровода. Название способа подачи СОЖ.

Файл иконки. Ссылка на файл с моделью трубопровода.

Время переключения. Время на включение трубопровода.

Моделирование.

Группа параметров, управляющих поведением системы при моделировании проекта.

Нажмите здесь для раскрытия...

Некоторые группы параметров работают аналогично как в панели **Наладка**(see page 476).

Режим моделирование. Определяет способ визуализации при моделировании.

Нажмите здесь для раскрытия...

Solid. Твердотельное моделирование. Использует сеточное представление 3D модели. Характеризуется повышенным потреблением вычислительных ресурсов, но более высоким качеством отрисовки обработанных поверхностей.

Voxel5d. Применяются точечные воксели, улучают отрисовку обработки сложных объемов, но требуют больших ресурсов. Применяются как для 3-осевых , так и для токарных операций и операций с большим количеством осей.

Voxel3d. Применяются столбчатые воксели. Ускоряют процесс моделирования, но могут применяться только для 3-осевых операций.

Разрешение модели. Разрешение отрисовки модели при моделировании. Можно сказать, что этот параметр определяет, на какое количество вокселей разбивается модель заготовки при моделировании. Чем выше разрешение, тем выше качество отрисовки модели.

Точность обнаружения зарезов. Минимальное значение, начиная с которого проникновение инструмента в тело детали расценивается как зарез. Проникновения инструмента на глубину меньшую этой величины не считаются зарезами и предупреждение о них не выводится.

Моделирование тел вращения. Параметр применяется в токарных проектах и отвечает за отрисовку, например, кулачков токарного патрона в виде единого вращающегося тела. Если параметр включен, то при моделировании кулачки токарного патрона образуют единое вращающееся тело. Именно с этим телом и будет проверяться столкновение других узлов станка. Нужно иметь в виду, что применение этого параметра замедляет процесс моделирования.

Проверять неправильное направление вращения инструмента или шпинделя. Параметр определяет, нужно ли проверять правильность направления вращения шпинделя. То есть соответствует ли направление вращения шпинделя направлению резания фрезы, например, соответствие праворежущей фрезы правому направлению вращения шпинделя, или в

© 2025 ООО СПРУТ Технология

токарных операциях соответствует ли направление вращения шпинделя расположению резца..

Не учитывать столкновения. Определяет пары узлов станка, между которыми НЕ будут проверяться столкновения при моделировании. Вы можете добавить эти узлы в список игнорирования, чтобы система не обнаруживала ложноположительные столкновения. Как добавить через Machine Maker, вы можете прочитать для робота Узнать больше.[11]

Показать только активную деталь. Используется в многодетальных, в том числе в многоканальных, проектах, где одновременно на станке обрабатывается несколько деталей. Включив эту опцию, вы будете видеть только текущую деталь. Текущая деталь определяется выделением ее в дереве операций. Это позволяет снизить нагрузку на компьютер при работе в различных режимах (например, "Технология" или "Моделирование").

Системные установки.

Нажмите здесь для раскрытия...

Тип поворотных углов (последовательность вращений). Определяет метод выполнения углов поворота осей координат при применении локальных систем координат.

Нажмите здесь для раскрытия...

Последовательность вращений. Определяет, в какой последовательности выполняются повороты вокруг осей координат.

Поворот вокруг подвижных осей. Параметр определяет вокруг каких осей — неподвижных или предварительно повернутых будут производиться повороты по пространственным углам. При включенном флаге каждый последующий поворот будет производится вокруг оси предварительно повернутой системы координат.

Углы в градусах. Параметр устанавливает систему измерения углов - градусы.

Параметры состояния станка.

Внутри этого раздела имеются группы, в которых определяются значения параметров отдельных осей. Флажок в обозначении оси определяет, будет ли она показана в списке осей на вкладке Наладка операций.

Нажмите здесь для раскрытия...

Адрес. Адрес данной оси, который выводится в управляющую программу.

Управление осью. Определяет режим управления движением для этой оси.

Нажмите здесь для раскрытия...

Непрерывный. Эта ось работает в непрерывном режиме.

Индексируемый. Перемещение по данной оси производится по шагам.

Ручной. Изменение координаты данной оси производится только в ручном режиме.

Принудительное управление через карту осей. Расчет траектории движения по этой оси может производиться через карту осей.

---

11 https://docs.encycam.com/MachineMaker/1/robots/en/46.html

Группа. Принадлежность оси к группе оси по виду движения. Существуют **Поворотные оси**, **Линейные оси**, **Остальные**.

Дискретность. Минимальное значение перемещения по данной оси, которое может отработать привод станка.

Минимум. Минимальное значение координаты данной оси.

Максимум. Максимальное значение координаты данной оси.

Начальное значение. Координата, в которой подвижный узел находится по умолчанию.

Design Time Value. Значение, на которое смещается диапазон перемещений данной оси **Минимум-Максимум**.

Ось имеет тормоз. При активизации этого параметра в CLDATA выводятся команды включения и выключения тормоза.

Приоритет. Число, влияющее на расположение оси в списке осей в группе **Параметры состояния станка**. Чем меньше это число, тем выше находится ось в списке.

Порядковый номер. Порядковый номер оси в списке **Параметров состояния станка**.

Поддерживает поворот по кратчайшему пути. Поддерживает ли вращательная ось возможность поворота с использованием наиболее прямого пути между начальным и конечным положениями в трехмерном пространстве.

Схема

В этом подразделе описывается дерево узлов станка, то есть описывается порядок присоединения узлов станка друг к другу. Каждый узел содержит название и идентификатор оси, по которой перемещается подвижный узел.

Нажмите здесь для раскрытия...

Визуальные свойства. Управляет параметрами визуализации узла. При установленном флаге узел становится видимым, и в этом состоянии можно изменять его цвет.

Нажмите здесь для раскрытия...

Металлизация. При установленном флаге поверхности узла приобретают металлический блеск.

Прозрачный. При установленном флаге узел становится прозрачным. Можно регулировать степень прозрачности.

Режим отображения. Параметр управляет отображением трехмерной модели узла. Режим **По умолчанию** означает применение режима отображения, установленного для графического окна системы. Также можно установить отдельный режим отображения для данного инструментального блока. Узнать больше.(see page 94)

Канал управления. Канал в системе ЧПУ, которым управляется ось, принадлежащая данному подвижному узлу.

Индекс заготовки. Указывается, что данная ось работает только с заготовкой под заданным номером.

Ускоренная подача. Определяет скорость ускоренных перемещений по данной оси - для линейных осей в мм/мин, для поворотных осей в градусах/мин.

Масштаб. Определяет масштаб, с которым отображается данный узел.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Инвертировать направление вращения. Изменить направление вращения шпинделя на противоположное.

ID поворотной оси, которая используется как шпиндель. Идентификатор вращательной оси, которая используется как шпиндель. Используется в узлах крепления заготовки или инструмента.

Идентификатор захвата по умолчанию. Номер крепления заготовки или инструмента. Используется в узлах крепления заготовки или инструмента.

Субмашины.

Субмашина в CAM системе представляет собой список параметров для пары: <держатель инструмента, держатель заготовки>. Это особенно актуально для сложных станков с несколькими шпинделями, несколькими коннекторами заготовки и т. д. Узнать больше(see page 1441).

Режим сортировки по умолчанию.

Параметры этой группы определяют возможность переупорядочивания списка операций. Узнать больше.(see page 709)

Нажмите здесь для раскрытия...

Нет сортировки. Переупорядочивание списка операций не производится.

Минимизировать смены инструмента. Если проект содержит более одной детали, реальная последовательность обработки может быть переопределена так, чтобы число смен инструмента было минимальным.

Режим для Swiss-type станков (перехват последним). Если такой режим сортировки активирован, то операции второй детали размещаются в начале переупорядоченного списка. Узнать больше(see page 1442).

Размеры станка.

Группа параметров определяет размерные связи в узлах станка, а также размерные связи между компонентами роботизированного технологического комплекса (смещения и т. п.). Параметры этой группы инициализируется в MachineMaker и могут быть переопределены в файле кинематической настройки станка.

5.2.3 Панель Наладка

5.2.3.1 **Область применения:**

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое.

Основные параметры.

Нажмите здесь для раскрытия...

Коннектор заготовки. Список мест крепления заготовки к станку (неподвижный стол, поворотный стол, левый патрон и т.п.) Перечень систем крепления и их расположение формируется при построении кинематики станка.

Установ. Определяет положение детали на оборудовании. Узнать больше(see page 482)

СК заготовки. Система координат заготовки (G54-G59) определяет "ноль" управляющей программы. Узнать больше(see page 485)

Управление центральной точкой. Включает режим непрерывного вращения СК заготовки вместе с заготовкой. Используется для непрерывной 5-осевой обработки (если стойка ЧПУ поддерживает подобный режим).

Локальная СК. Позволяет сгенерировать траекторию в системе координат, дополнительно смещенной и повернутой относительно СК заготовки. Например, программа обработки кармана, наклоненного относительно СК заготовки, будет гораздо проще, если ее вывести в локальной СК, наклон которой будет совпадать с наклоном кармана. Используется для индексной 5-осевой (3+2) обработки. При выборе значения "Авто", направление оси Z локальной СК автоматически выставляется вдоль оси вращения инструмента, которое задается параметрами в группе **Ориентация инструмента.** Узнать больше(see page 488)

Метод моделирования.

Меняет метод моделирования. Каждый из этих режимов имеет свои преимущества и недостатки. «Воксельный 5D» — режим по умолчанию. Он позволяет быстро моделировать, тогда как «Твердотельный» моделирование занимает больше времени, но обеспечивает большую точность. Например, при работе с небольшими отверстиями в большой детали необходимо выбрать твердотельное моделирование.

Нажмите здесь для раскрытия...

Твердотельный. Метод твердотельного моделирования представляет модель заготовки как многоугольное тело. Узнать больше(see page 1623)

Воксельный. Воксельная модель — это представление объектов в виде трехмерного массива объемных (кубических) элементов. Применимо для 3-осевых операций.

Воксельный 5D. Воксельная модель — это представление объектов в виде трехмерного массива объемных (кубических) элементов. Применимо как для 3-осевых операций, так и для операций с большим количеством осей.

Разрешение модели. Разрешение модели при воксельном моделировании показывает, насколько детальна модель. Более высокое разрешение обеспечивает более мелкие детали, тогда как более низкое разрешение отдает приоритет более быстрой обработке или меньшему размеру файла за счет некоторой детализации.

Низкое. Низкое разрешение обеспечивает низкую точность модели при высоких скоростях моделирования.

Стандартное. Среднее разрешение обеспечивает среднюю точность модели при средних скоростях моделирования.

Высокое. Высокое разрешение обеспечивает высокую точность модели при низких скоростях моделирования.

Точность обнаружения зарезов. Восклицательным знаком отмечать кадры в траектории, где инструмент врезается в деталь за пределами заданного порога.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Ориентация инструмента.

Определяет направление ориентации инструмента. Узнать больше(see page 494)

Эта группа определяет основные оси вращения.

Геометрические координаты.

На этой вкладке отображаются геометрические системы координат. В скобках указано название физической оси, соответствующей движению вдоль определенной оси.

Линейные физические оси.

Значения координат линейных осей станка относительно физического нуля данной оси (концевого датчика данной оси). Здесь отображаются все основные физические линейные координаты осей, не вошедшие во вкладку **Геометрические координаты.** Н например, оси второго канала.

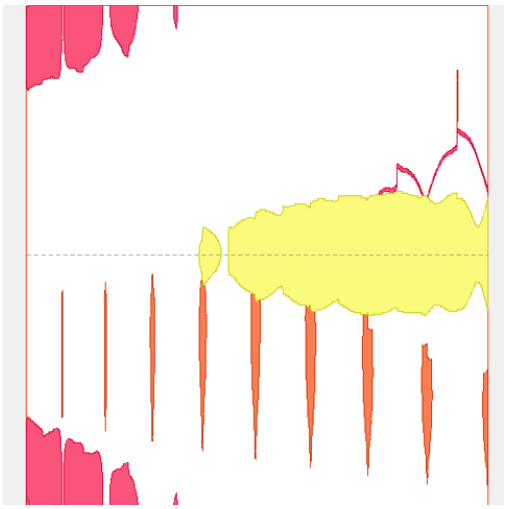
Другие оси.

Эта группа определяет вспомогательные оси, например, оси, связанные с движением кулачков патрона.

Карта осей.

Карта осей позволяет определять законы ручного и точного автоматического управления для избыточных степеней свободы робота (6-я ось, внешние линейные оси, оси поворотного стола). Эта функция доступна при нажатии кнопки с многоточием справа от этого параметра. Для оптимизации обработки можно переключаться между различными доступными осями оборудования.

Нажмите здесь для раскрытия...



Карта осей доступна для роботов (Узнать больше(see page 1423)) и для 5-осевых станков (Узнать больше(see page 1096)).

Управление 6-ой осью.

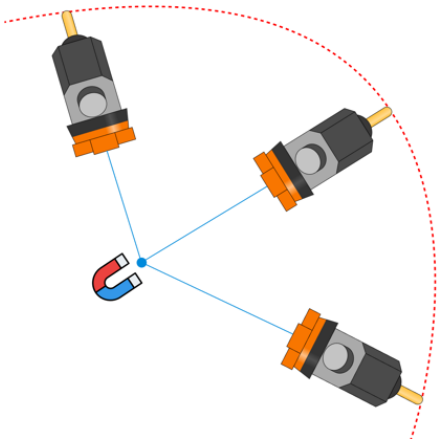
Для позиционирования осевого инструмента (фреза, луч, струя) необходимо пять степеней свободы. Стандартный промышленный робот имеет 6 осей. В том случае если инструмент не соосен с осью вращения последнего сустава робота, то

существует бесконечное множество вариантов позиционирования робота в определенную точку за счет поворота инструмента вокруг собственной оси. Это дает дополнительную гибкость в достижении труднодоступных зон, а также помогает обходить различного рода кинематические сингулярности и избегать механических столкновений узлов оборудования. Узнать больше(see page 1416)

Нажмите здесь для раскрытия...

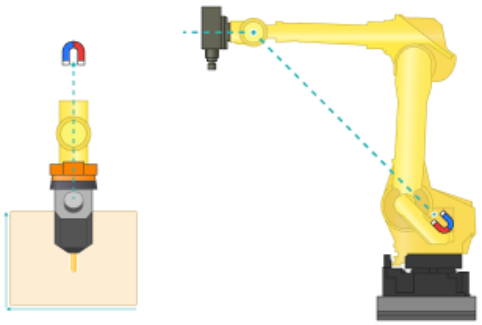
Прямо к точке.

В этом режиме вы указываете точку (отображена как магнит), которая притягивает точку пересечения 5й и 6й осей робота на минимальное расстояние во время движения по траектории.



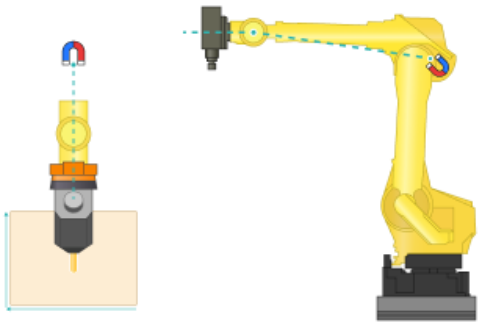
Точка.

Базовая точка робота. В данном режиме точка будет расположена в базовой точке робота.

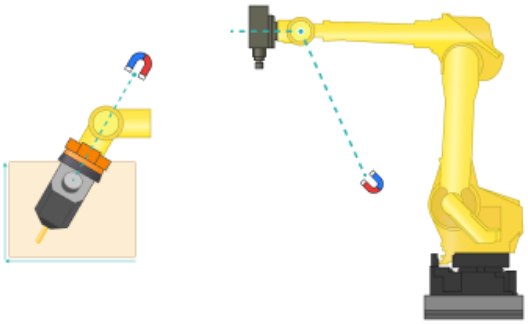


Локтевая точка робота. В данном режиме точка будет расположена в локтевой точке робота.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

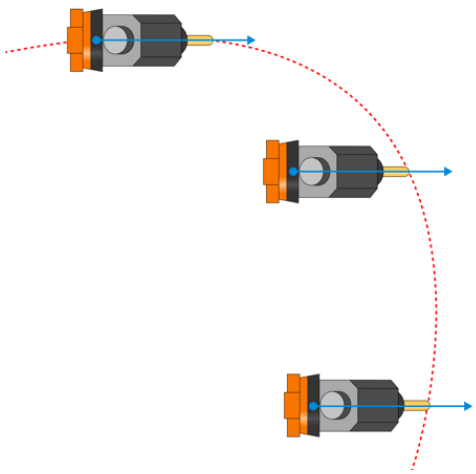


Задать. В этом режиме местоположение точки будет определено в соответствии с указаниями пользователя.

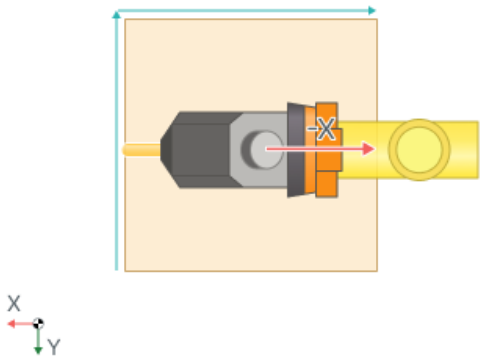


Фиксированный вектор.

В этом режиме вы определяете желаемое направление фланца робота (6-я ось) в системе координат базы робота.

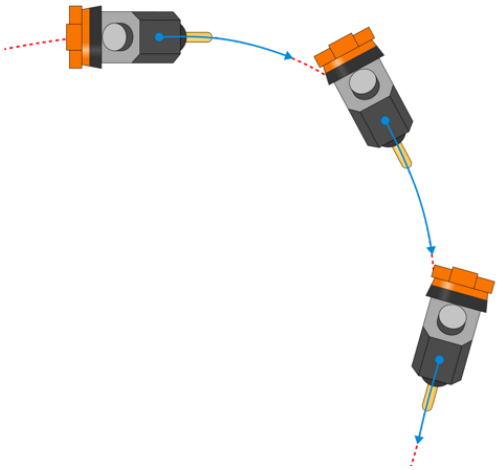


Вектор. Вектор для 6-ой оси робота.

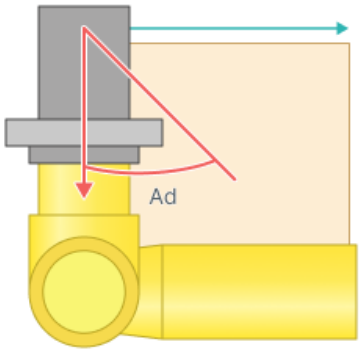


Траектория.

В этом режиме ось X TCP непрерывно выравнивается по направлению движения инструмента.



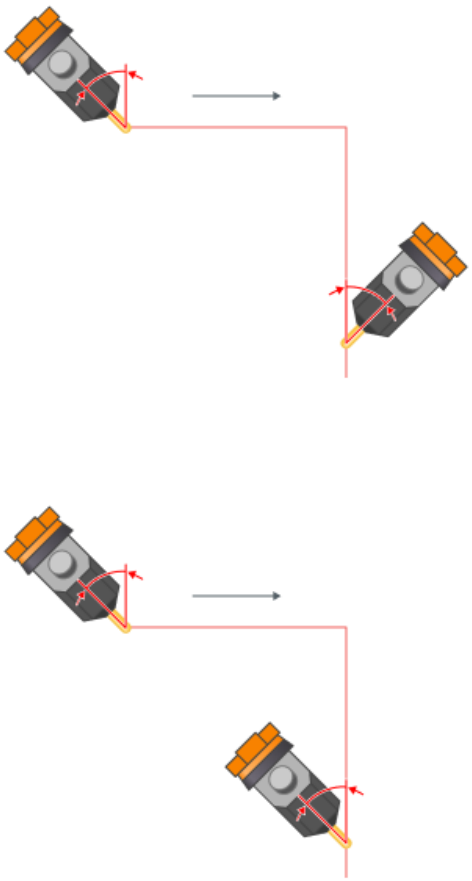
Угловое отклонение от касательной к траектории. Определяет дополнительный угол для 6 оси вдоль инструмента.



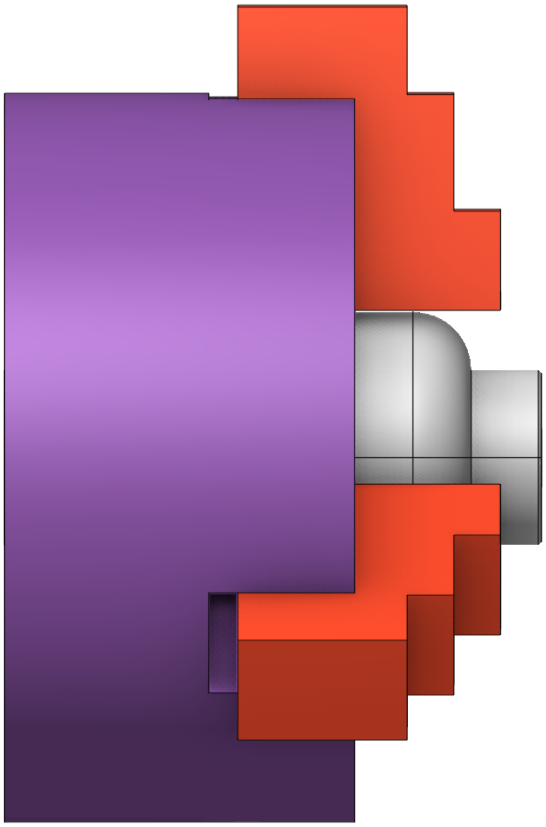
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Аппроксимация касательной.

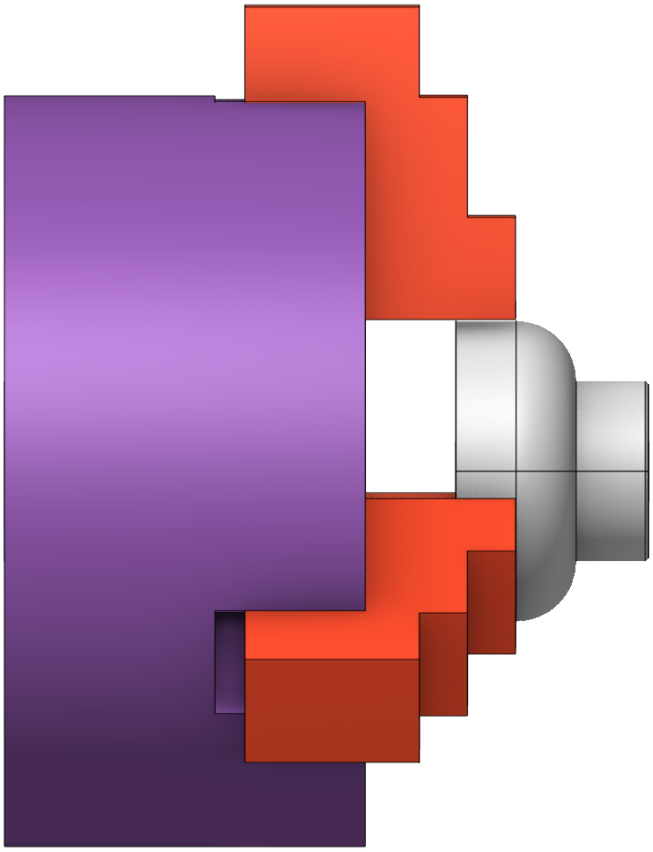
Фиксированное направление угла опережения. Фиксирует перемещение инструмента под выбранным углом на карте (**Боковой угол**, **Угол опережения**) относительно выбранной глобальной системы координат.



5.2.3.2 Позиционирование детали на станке



© 2025 ООО СПРУТ Технология



Область применения:

Положение детали на станке определяется параметром **Установ** на панели Наладка . (Узнать больше(see page 476)).

Принципы работы с окном.

Для того , чтобы изменить установ детали, просто нажмите кнопку с многоточием рядом с параметром. Долдно появится диалоговое окно Установ заготовки.

В этом диалоге вы можете задать **Геометрическую СК** заготовки и дополнительные преобразования заготовки, состоящие из перемещения вдоль осей станка X, Y, Z и вращения вокруг тех же осей станка.

СК геометрии определяет начальное положение заготовки в приспособлении: заготовка закрепляется в приспособлении таким образом, что СК геометрии совмещается с присоединительной системой координат приспособления, которая определяется параметром **СК станка**.

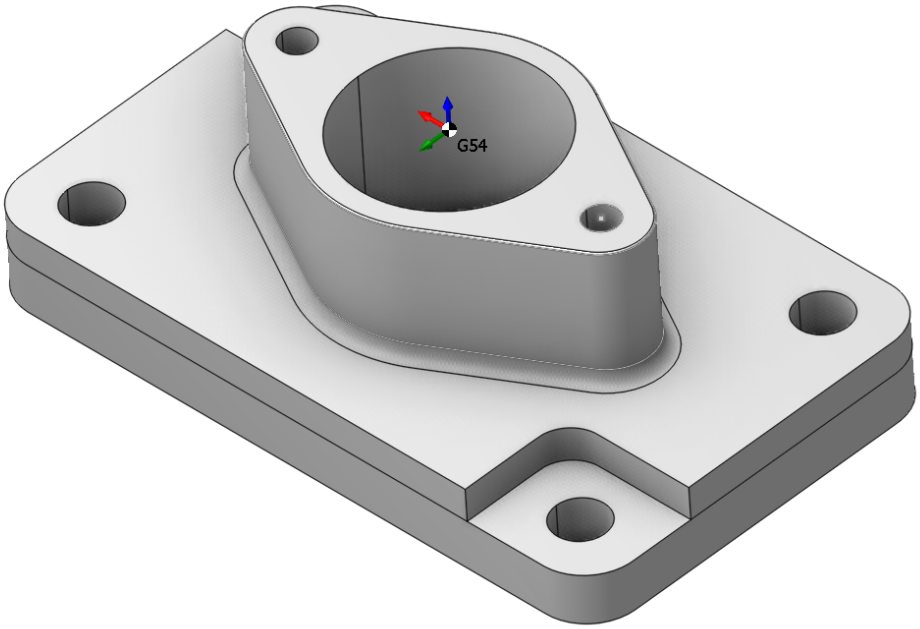
Смещение вдоль используется для дополнительного перемещения заготовки по осям X, Y и Z.

Поворот используется для дополнительного вращения заготовки вокруг соответствующих осей..

Задавать установ очень удобно с помощью колеса мыши. Просто поместите указатель мыши над параметром, который Вы хотите изменить и прокрутите колесо мыши. Результат немедленно отображается в графической области.

Другой удобный способ это интерактивное перетаскивание заготовки прямо в графическом окне. Хватайте за подсвечиваемые якорные точки и тяните или вращайте в желаемом направлении до получения нужной позиции. Также вы можете щелкнуть мышью по габаритному квадрату на одном из ортогональных направлений для того чтобы быстро положить заготовку на стол соответствующей стороной.

5.2.3.3 Система координат заготовки (G54 - G59)



Область применения:

Система координат заготовки (G54-G59) определяет "ноль" управляющей программы. Находясь в режиме Технология или Моделирование Вы можете наблюдать систему координат заготовки на экране

Принципы работы с окном.

Систему координат можно задать двумя способами: либо выбрав значение из выпадающего списка, либо задав систему координат в интерактивном режиме, запустив его нажатием на кнопку с тремя точками.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Выпадающий список содержит следующие пункты.

1. Выкл - Система координат заготовки выключена. Расчет управляющей программы производится относительно ноля станка (G53).

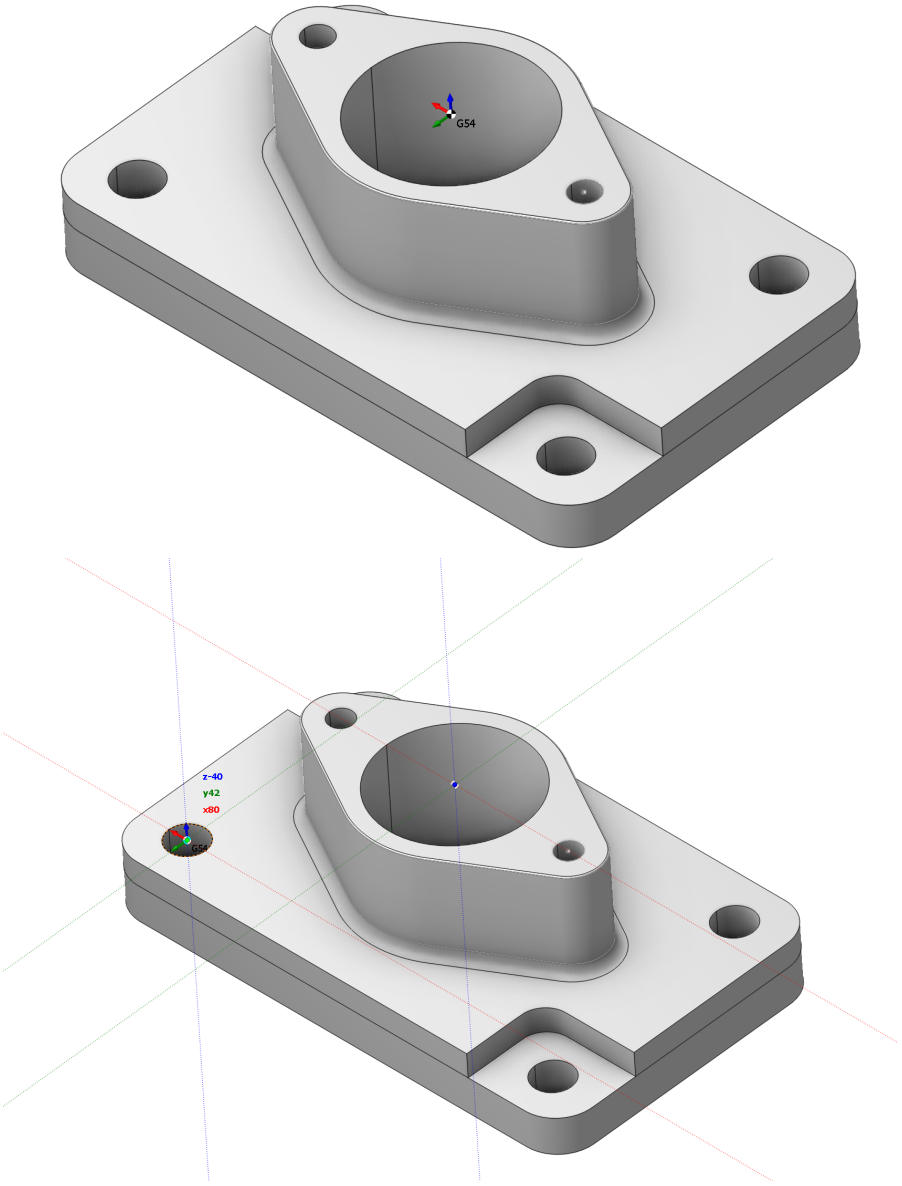
2. Из предыдущей операции - система координат наследуется от предыдущей операции.

3. Список геометрических Систем координат проекта. В случае задания в качестве системы координат заготовки геометрической системы координат учитывается только положение начала системы координат, направление осей при этом игнорируется.

Номер системы координат заготовки можно задать в интерактивном режиме, запустив его нажатием на кнопку с тремя точками напротив параметра <СК заготовки>.

Интерактивный режим позволяет устанавливать положение системы координат заготовки визуально в графической области с помощью простого **перетаскивания мышью**. Просто поместите указатель мыши над системой координат - она должна подсветиться -, затем выполните щелчок левой кнопкой мыши, чтобы начать перетаскивание. После этого Вы можете перемещать систему координат, осуществляя привязку к геометрии детали или заготовки. Для завершения перемещения просто щелкните левой кнопкой мыши. В интерактивном режиме Вы можете также задать Номер ЛСК (54-59).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Результатом задания системы координат заготовки в операции является то, что рассчитанная управляющая программа содержит в заголовке команду ORIGIN G54, а последующие перемещения выводятся в заданной системе координат.

```
ORIGIN: G54 - MCS(X735.5, Y-286.5, Z-655.66, A0, B0, C0), WCS(X-14.5, Y43.5, Z203, A0, B...
```

Сопутствующие ссылки:

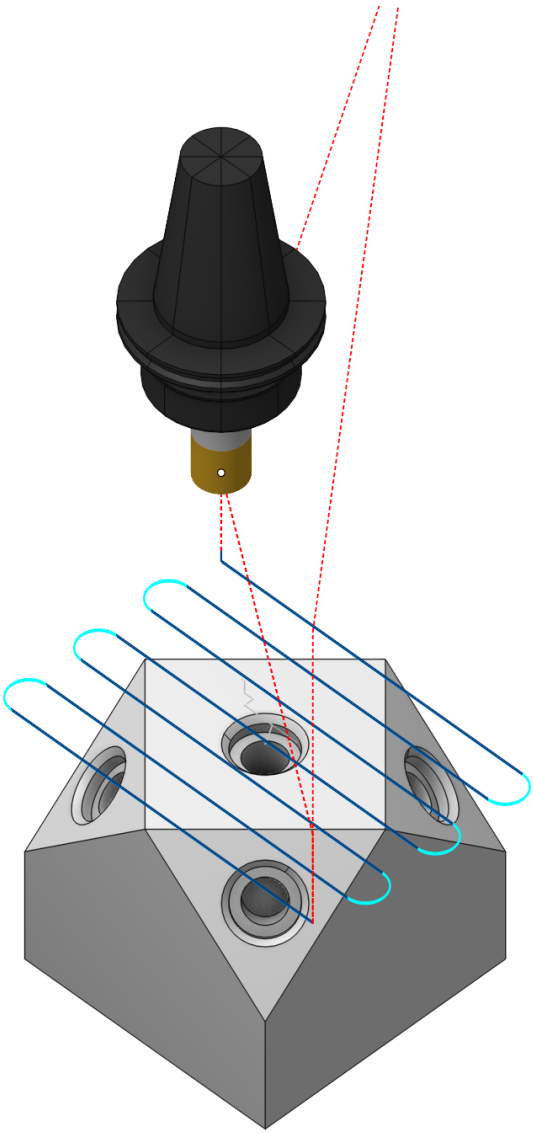
Настройка технологических операций(see page 427)

Системы координат(see page 110)

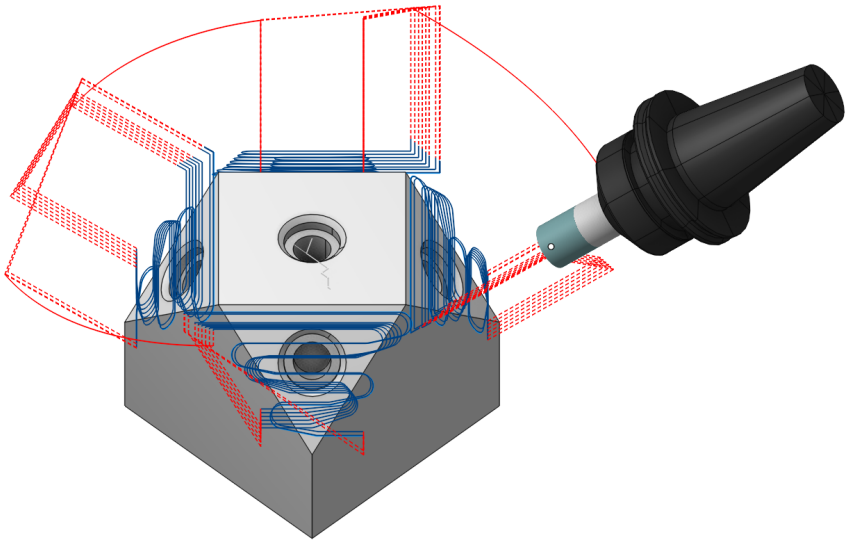
Локальная система координат операции(see page 488)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.3.4 Локальная система координат операции



© 2025 ООО СПРУТ Технология



Область применения:

Позволяет генерировать траекторию в системе координат, дополнительно смещенной и повернутой относительно системы координат заготовки. Например, программа обработки наклонного кармана относительно системы координат заготовки будет намного проще, если она будет выведена в локальной системе координат, совмещенной с наклоном кармана. Этот метод используется для позиционной 5-координатной (3+2) обработки. При выборе значения «Авто» направление оси Z в локальной системе координат автоматически устанавливается вдоль оси вращения инструмента, которая определяется параметрами в группе «Ориентация инструмента».

Принципы работы.

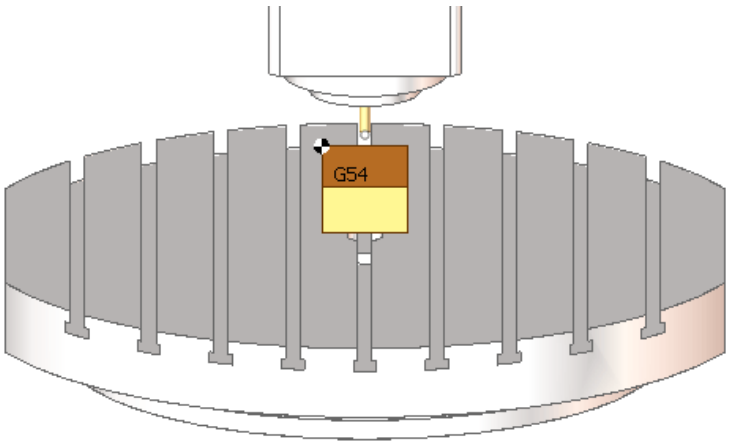
По умолчанию расчет траектории операции осуществляется в системе координат заготовки (G54). Однако Вы всегда можете изменить это поведение, явно указав систему координат операции в параметре **Локальная СК** на панели **Настройка**.

Систему координат можно задать двумя способами: либо выбрав значение из выпадающего списка, либо задав систему координат в интерактивном режиме, запустив его нажатием на кнопку с тремя точками.

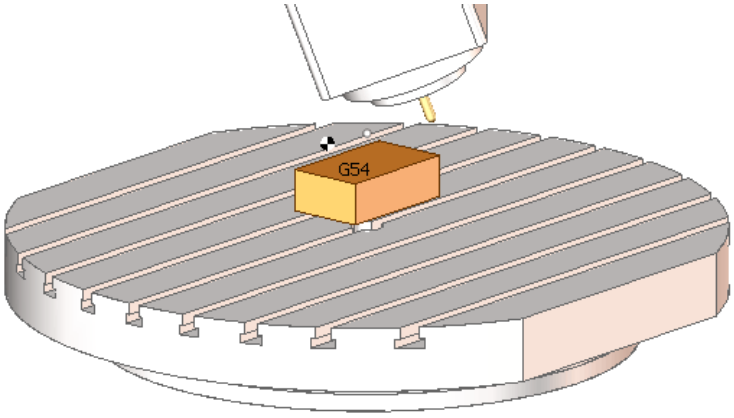
Выпадающий список содержит следующие пункты.

1. **Выкл** - локальная система координат выключена - траектория рассчитывается в системе координат заготовки.

Начальное положение станка (A0 C0). G54 находится в верхнем левом углу заготовки, точка инструмента — на кончике инструмента.



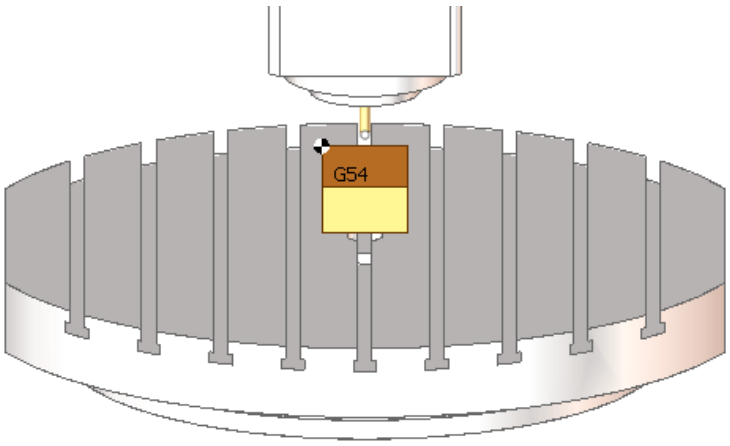
Положение станка после позиционирования по 5 осям без включенной локальной системы координат (A20 C-40). Заготовка и инструмент перемещаются, но G54 и точка инструмента остаются прежними. Сгенерированная траектория инструмента будет зависеть от настройки заготовки и длины инструмента.



2. **Авто** - положение локальной системы координат определяется текущей позицией станка: ось Z системы координат направлена вдоль оси инструмента, начало координат по умолчанию совпадает с нулем детали (G54), однако Вы можете изменить его в интерактивном режиме (кнопка с тремя точками).

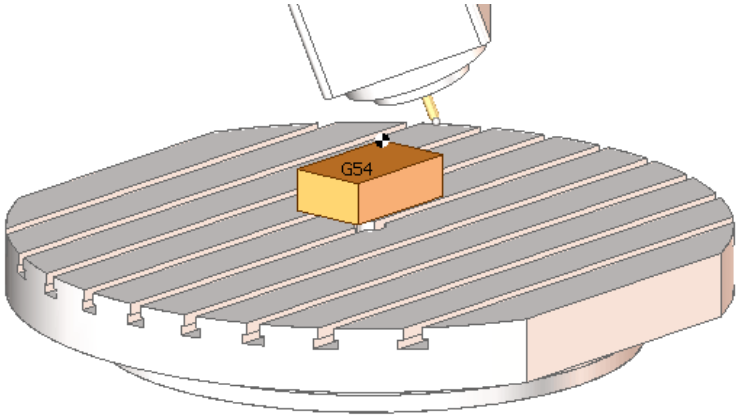
Начальное положение станка (**A0 C0**). G54 находится в верхнем левом углу заготовки, точка инструмента — на кончике инструмента.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Положение станка после позиционирования по 5 осям с локальной системой координат (Local CS) в режиме AUTO (A20 C-40). G54 снова находится в верхнем левом углу заготовки, точка инструмента снова находится на кончике инструмента. Сгенерированная траектория инструмента не будет зависеть от настройки заготовки/длины инструмента

Поэтому обычно следует использовать опцию **Auto** параметра Local CS. Для получения дополнительной информации см. раздел Локальная система координат операции(see page 488).



3. Список геометрических Систем координат проекта. Вы можете использовать в качестве локальной системы координат операции любую геометрическую систему координат.

Результатом задания локальной системы координат в операции является то, что рассчитанная управляющая программа содержит в заголовке команду <ORIGIN X Y Z A B C XInc YInc ZInc AInc BInc CInc>, а последующие перемещения выводятся в заданной системе координат. Команда <Origin> содержит всю необходимую информацию для постпроцессирования. Данная информация включает в себя следующие данные.

1. **MCS** - положение локальной системы координат относительно машинной системы координат заготовки (G54). Данная матрица используется в старых стойках без функции управления центром инструмента.

2. **WCS** - положение локальной системы координат относительно системы координат заготовки (G54), перемещающейся вслед за вращением поворотного стола. Данная матрица используется в стойках, оснащенных режимом управления центром инструмента (TCPM).

3. Координаты поворотных осей станка, осуществляющих позиционирование оси инструмента вдоль оси Z локальной системы координат.

Нажав на кнопку с многоточием рядом с параметром Local CS, вы входите в интерактивный режим определения Local CS. После позиционирования локальной системы координат просто нажмите OK, чтобы применить изменения . Узнать больше(see page 494)

Кроме того, некоторые элементы управления не поддерживают определение локальной системы координат пространственными углами. Эти элементы управления требуют, чтобы локальная система координат определялась фактическими углами поворота станка, выравнивая направление оси инструмента по оси Z локальной системы координат. CAM-система поддерживает такие элементы управления. Соответствующая опция доступна в разделе **Параметры управления** в свойствах станка.

CAM система также поддерживает режим позиционирования локальной системы координат. Данный параметр определяет поведение стойки в момент обработки команды ORIGIN. Всего доступно три режима позиционирования.

1. **Без перемещений** - команда ORIGIN не осуществляет перемещение рабочих органов станка.

2. **Поворот** - команда ORIGIN осуществляет поворот узлов станка таким образом, чтобы ось инструмента после отработки команды ORIGIN была параллельна оси Z системы координат.

3. **Перемещение** - .команда ORIGIN осуществляет поворот узлов станка таким образом, чтобы ось инструмента после отработки команды ORIGIN была параллельна оси Z системы координат, и позиционирует линейные оси XYZ таким образом, чтобы положение настроечной точки инструмента относительно заготовки после отработки команды ORIGIN не изменилось.

В следующей таблице приведены команды, для наиболее распространенных стоек, которые могут быть сформированы постпроцессором на основе <ORIGIN>.

Origin	G92 G68	TRANS ROT	Cycle 7 Cycle 19

Сопутствующие ссылки:

5 осевая обработка(see page 1004)

Индексная многокоординатная обработка(see page 494)

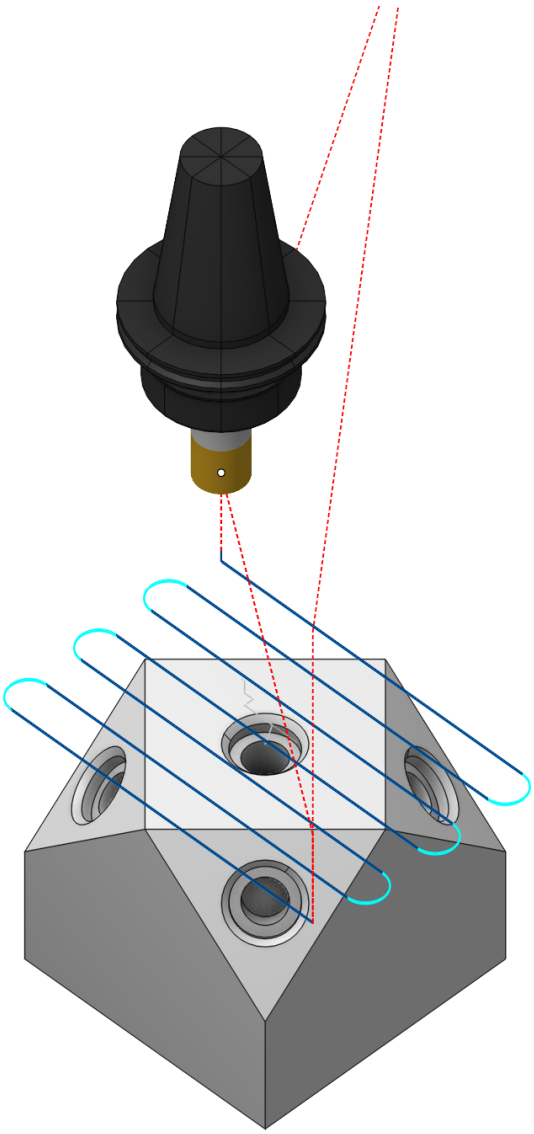
Настройка технологических операций(see page 427)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

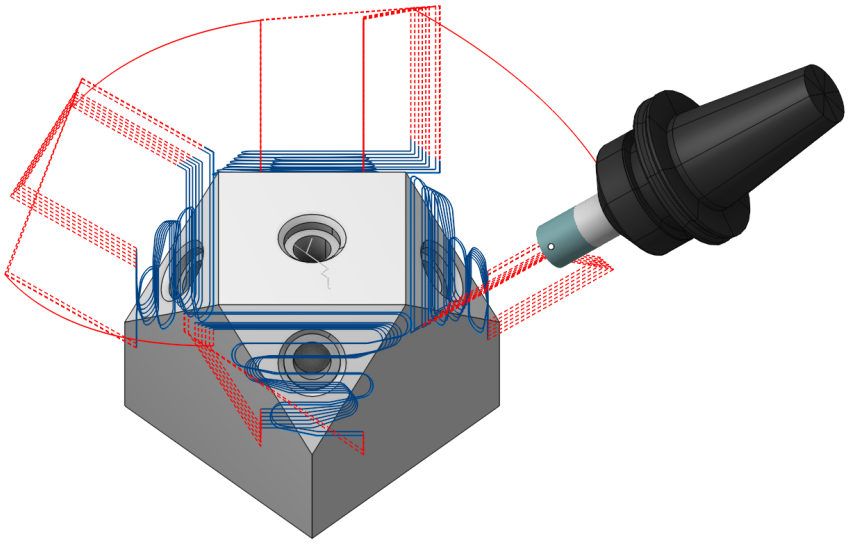
Системы координат(see page 110)

Система координат G54 - G59(see page 485)

5.2.3.5 Индексная многокоординатная обработка



© 2025 ООО СПРУТ Технология



Область применения:

5-осевое позиционирование обеспечивает удобный метод изготовления деталей, требующих фрезерования на нескольких гранях, за счет минимизации настроек. 5-осевое позиционирование выполняется путем установки соответствующих значений в разделе параметров **Ориентация инструмента** на панели **Наладка** операций. Все фрезерные операции могут использоваться для обработки детали с разных сторон. В случае, если оборудование не позволяет вращать деталь или ось инструмента, необходимо изменить схему закрепления детали. В CAM-системе вы можете легко задать положение поворотных осей, щелкнув по грани детали, с которой должна быть совмещена ось инструмента

Принципы работы с окном.

Для конкретной операции вы можете задать фактические значения для положения поворотных осей, как вам нужно. После генерации траектории инструмента раздел Approach CLData будет содержать команды позиционирования поворотных осей. Затем вся программа генерируется с учетом нового положения поворотных осей.

Окно ориентации инструмента.

Вверх, Вниз, Вперед, Назад, Влево, Вправо. Если вы хотите указать одну из стандартных ортогональных ориентаций, вы можете воспользоваться кнопками с названиями, соответствующими нужному вам направлению

По виду. Вы также можете ориентировать ось машины вдоль текущего вида вектора, используемого в графическом окне

X,Y,Z. Определить вектор вращения

Боком. Опция поможет вам ориентировать инструмент вбок относительно выбранного направления, а не вдоль него.

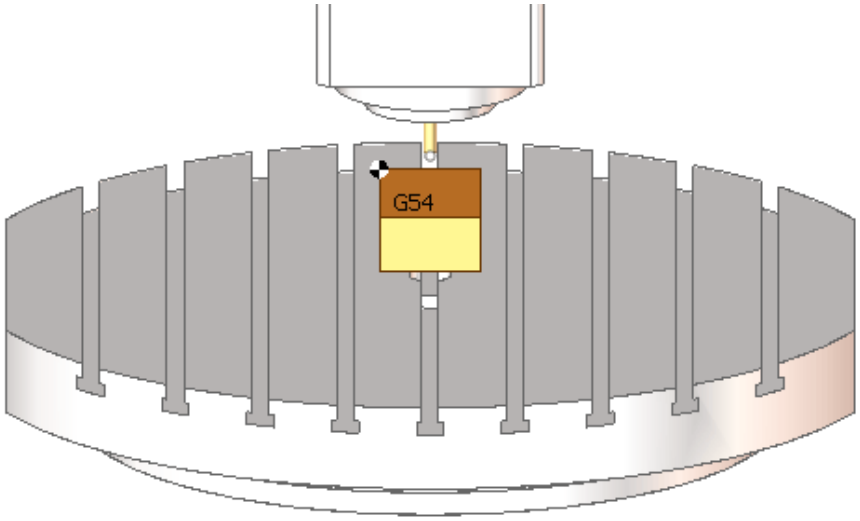
Угол поворота. Дополнительный угол поворота.

Альтернативное решение. Вариант, если станок позволяет обеспечить одинаковое относительное положение инструмента относительно заготовки несколькими способами.

Вы можете легко задать положение осей вращения, щелкнув по поверхности детали.

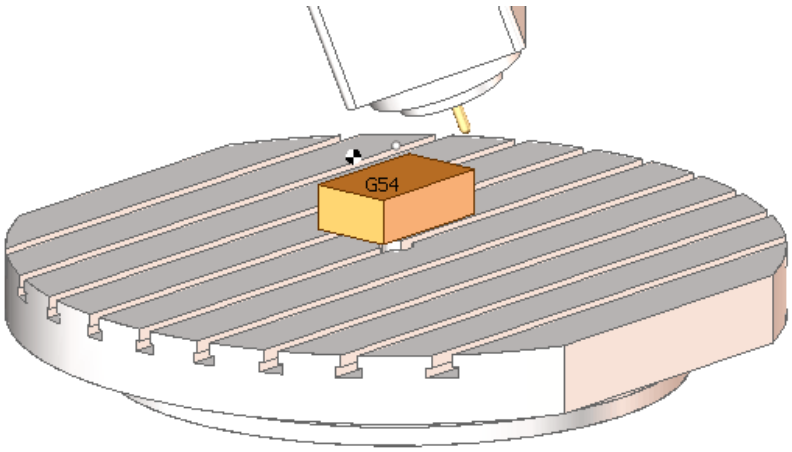
По умолчанию операция осуществляет расчет траектории в Системе координат заготовки , но вы всегда можете изменить такое поведение, явно указав Локальную систему координат операции в параметре Локальная СК на панели Наладка.

Большинство современных стоек ЧПУ требуют обязательное использование локальных систем координат для индексной пяти координатной обработки. Без задания поворота локальной системы координат положение нуля детали в стойке (G54), а также положение настроечной точки инструмента, задаваемое корректором, не изменяется после изменения положения поворотных осей - стойка ведет себя как обычное трех координатное УЧПУ, ничего не знающее о кинематике станка. Однако, после вызова команды поворота системы координат (Heidenhain CYCLE 19, Plane function) стойка осуществляет пересчет положения ноля детали и настроечной точки инструмента в соответствии с реальным положением рабочих органов станка. В результате управляющая программа получается независимой от положения детали на поворотном столе и вылета инструмента (см. рисунки ниже).

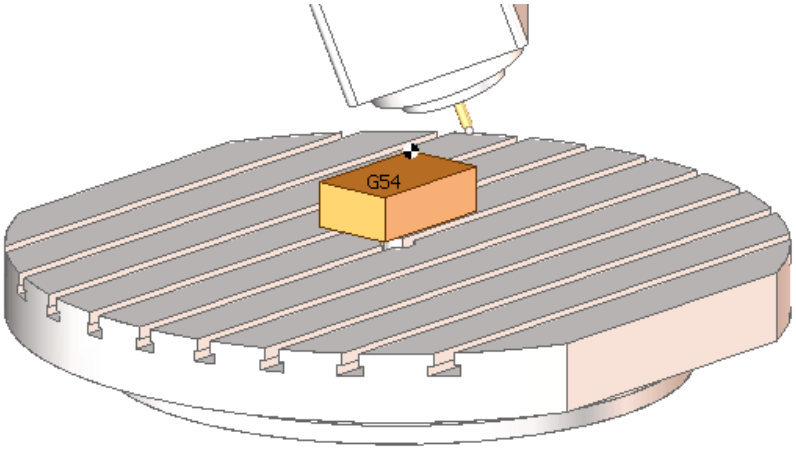


Начальное положение станка (A0 C0). G54 расположена в левом верхнем углу заготовки, настроечная точка инструмента совпадает с кончиком

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Положение станка после пяти осевого позиционирования без задания системы координат (A20 C-40). Ноль детали и настроечная точка инструмента не изменили своего положения в пространстве, в то время как заготовка и инструмент изменили. Рассчитанная траектория будет зависеть от положения детали на станке и вылета инструмента



Положение станка после пяти осевого позиционирования с заданием системы координат (A20 C-40). G54 снова находится в левом верхнем углу заготовки, а настроечная точка инструмента вновь совпадает с его кончиком. Рассчитанная управляющая программа будет независима от положения детали на станке и вылета инструмента.

В виду этого, в большинстве случаев для стоек, оборудованных функцией вращения системы координат, рекомендуется выставлять параметр Локальная СК в значение Авто . За дополнительной информацией обращайтесь к разделу Локальная система координат операции(see page 488) .

5.2.4 Рабочее задание

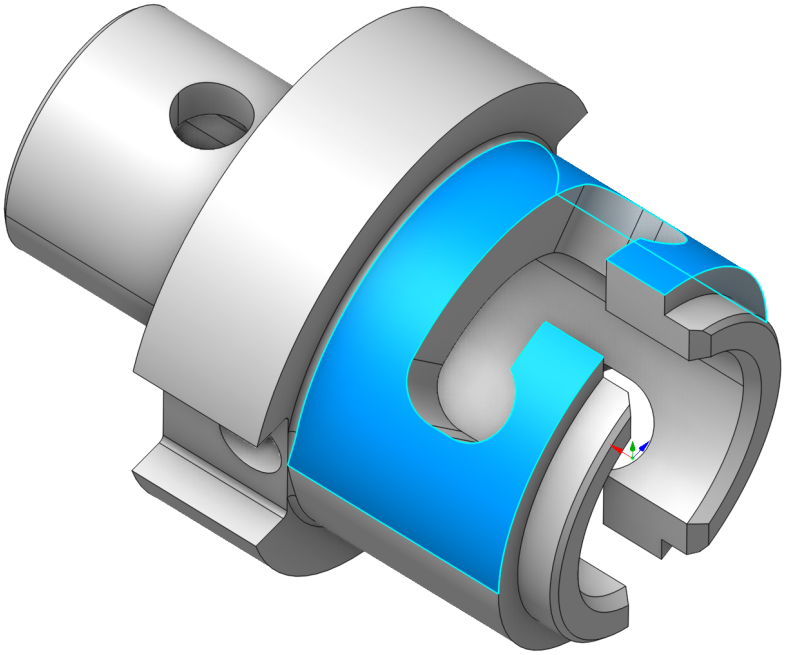
5.2.4.1 **Область применения:**

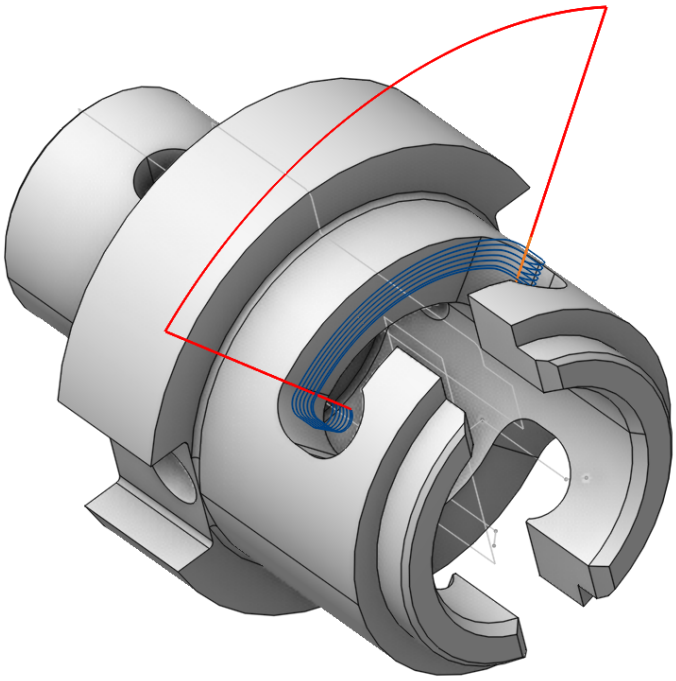
Рабочее задание определяет те поверхности или части поверхностей, которые должны быть обработаны в текущей операции. В зависимости от типа операции обрабатываемая модель задается различными способами.

- Для операций обработки кривых (обработка 2D контура, 3D кривой) рабочее задание задается набором кривых или групп, содержащих кривые, а также точками, определяющими центры окружностей. Траектория инструмента строится с учетом флага обработки каждой кривой (движение в касании контуром инструмента кривой слева или справа либо осью вращения инструмента вдоль кривой).
- В гравировальных операциях и выборке области рабочее задание формируется областью на верхнем уровне обработки с учетом бокового угла операции. Область на верхнем уровне обработки создается из проекций кривых на горизонтальную плоскость, с учетом дополнительного припуска и способа включения в область для каждой кривой или группы, а также порядка вхождения кривых (групп) в результирующую область.
- Для большинства операций объемной обработки рабочее задание задается набором твердых тел, поверхностей и сеточных объектов. Объекты могут присутствовать в любом сочетании и группироваться произвольным образом.
- В токарных операциях рабочее задание позволяет различными способами выбрать один или несколько сегментов на образующей тела вращения.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.4.2 Базовая поверхность





Область применения:

В операции 2D Контур, плоской выборки, наплавки области, а также гравировальной операции существует возможность создания траектории на базовой поверхности. В качестве базовой поверхности могут выступать плоскости, цилиндры и поверхности вращения. При этом, если обработка осуществляется по трехмерной модели детали, то в

качестве базовой поверхности можно указать одну из поверхностей детали. В этом случае Вы также можете указывать с помощью поверхностей и карманы, присоединенные к базовой поверхности.

Диалоговое окно свойств Базовой поверхности:

В диалоговом окне **Свойства** можно настроить следующие параметры <**Базовой поверхности**>:

Тип элемента.

Нет. Параметры базовой поверхности не настраиваются.

Плоскость. В качестве базовой поверхности принимается плоскость, проходящая через точку **Центр (Точка)**, и перпендикулярная оси координат, задаваемой в полях **Направление оси.** Можно в качестве базовой плоскости назначить плоскость с 3D модели, выбрав ее в графическом поле. Система автоматически рассчитает ее параметры.

Цилиндр, радиус. В качестве базовой поверхности принимается цилиндр, с осью,, задаваемой параметрами **Направление оси**, проходящей через точку **Центр (Точка)**, и радиусом, задаваемым в диалоговом поле. Можно в качестве базового цилиндра назначить цилиндрическую поверхность с 3D модели, выбрав ее в графическом поле. Система автоматически рассчитает ее параметры.

Поверхность вращения. В качестве базовой поверхности принимается выбранная пользователем поверхность вращения.

Позиция.

Ось. Выберите ось, определяющую расположение базовой поверхности (нормаль к <**Плоскости**> или ось <**Цилиндра**>).

Направление оси. В случае задания пользовательской оси (**Задать**), введите компоненты единичного вектора, определяющего ось, по осям координат

Центр (Точка). Вводятся координаты точки, определяющая начало базовой поверхности

Параметры.

Обратная сторона. Эта опция позволяет изменить сторону обрабатываемой поверхности.

Метод проекции кривых. Определяет способ проецирования кривой на базовую поверхность.

Ближайшая. Кривая проецируется напрямую на ближайшую поверхность в соответствии с ее расположением и протяженностью.

Спроецировать в UV. Проекция кривой определяется настраиваемыми UV координатами поверхности.

Преобразование кривых. Можно изменить UV координаты для изменения проекции кривой.

Хмин. Установка начальной координаты U развертки базовой <**Плоскости**>.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Хмакс. Установка конечной координаты V развертки базовой <**Плоскости**>.

Умин. Установка начальной координаты U развертки базовой <**Плоскости**>.

Умакс. Установка конечной координаты V развертки базовой <**Плоскости**>.

Нмин. Установка начала базового <**Цилиндра**>.

Нмакс. Установка конца базового <**Цилиндра**>.

Амин. Установка начального угла сектора базового <**Цилиндра**>.

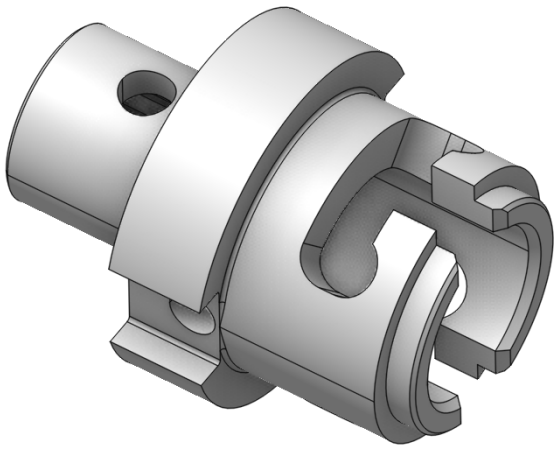
Амакс. Установка конечного угла сектора базового <**Цилиндра**>.

Угол поворота. Позволяет повернуть кривую относительно центра развертки.

Пропорционально. Позволяет сохранить соотношения между элементами кривой при преобразованиях.

Работа с базовой поверхностью

В качестве примера мы рассмотрим процесс обработки этого кармана (углубления) на фрезерно-токарном станке с использованием оси C и цилиндрической интерполяции.



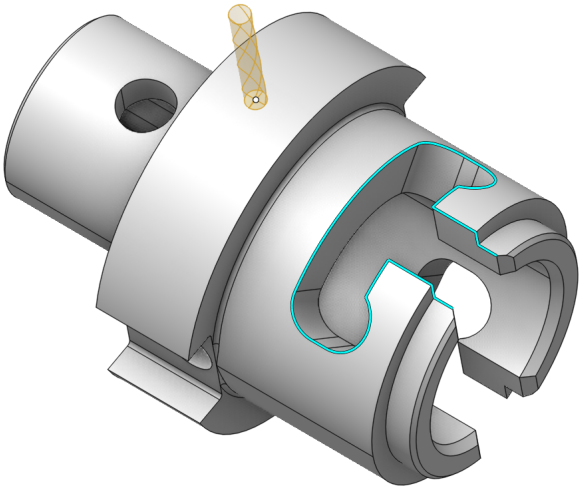
Мы будем использовать операцию 2D-контурного фрезерования. Для этого нам нужно:

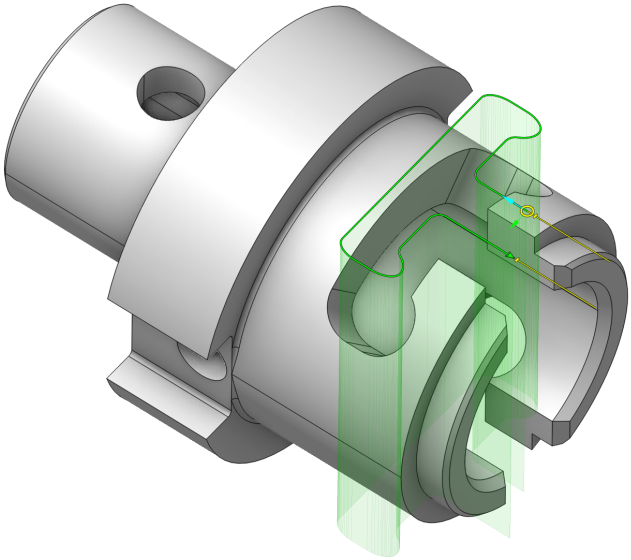
- Выбрать кромки (грани) на 3D-модели детали

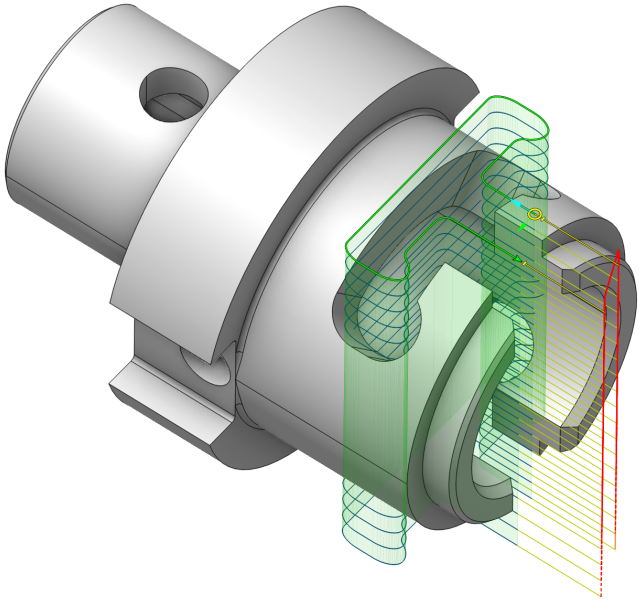
- Рассчитать траекторию движения инструмента

После выполнения этих действий становится очевидно, что полученная траектория инструмента не соответствует необходимым требованиям и является неудовлетворительной.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

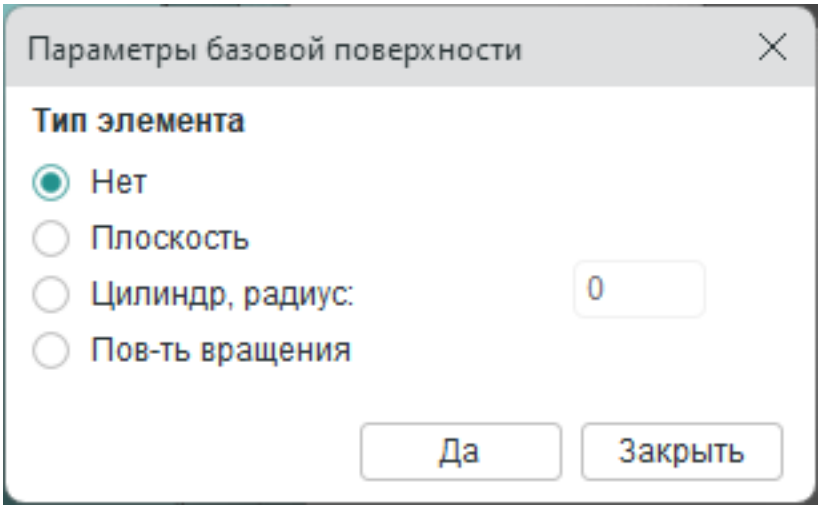




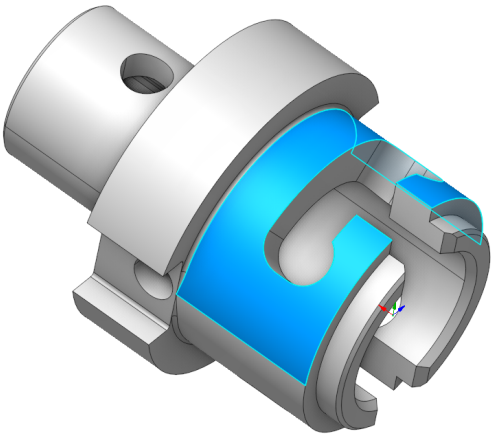


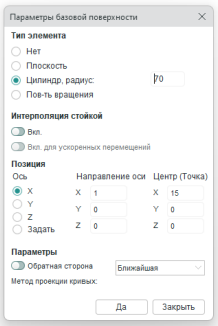
В рабочем здании мы откроем окно базовой поверхности.

Для этого необходимо: Выполнить двойной щелчок по цилиндрической поверхности детали. В открывшемся окне автоматически определится радиус базовой поверхности

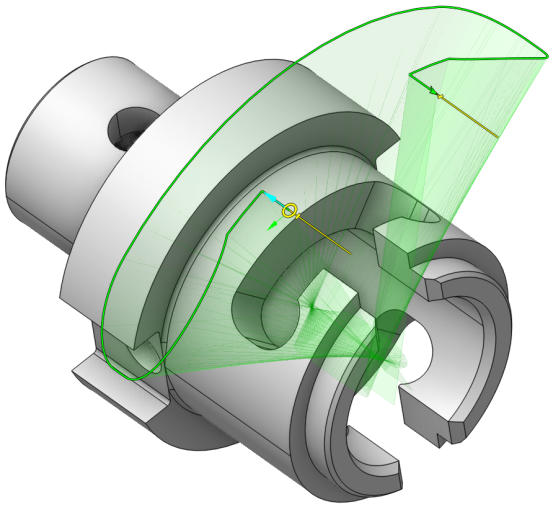


© 2025 ООО СПРУТ Технология





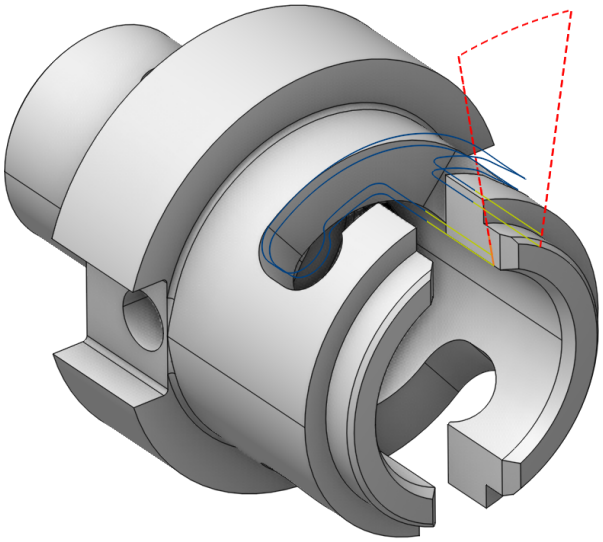
Мы удалим существующий контур и заново назначим его. После этих действий мы получим следующий результат. Далее нам необходимо настроить уровни обработки.



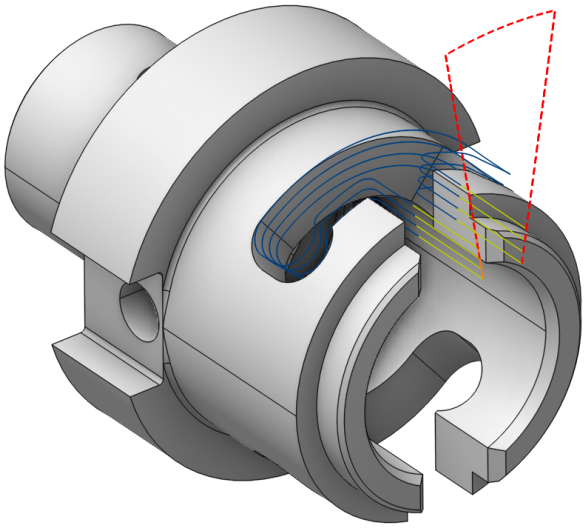
На вкладке **Стратегия** при выборе базовой поверхности необходимо выполнить следующие настройки:

Настройка уровней обработки: нижний уровень установить равным 0. Верхний уровень установить равным 10.

Глубина реза задать значение 5 мм. После установки всех параметров выполнить расчет траектории инструмента



Нижний уровень находится на базовой поверхности. Для фрезеровки кармана изменим нижний уровень на -10 мм.

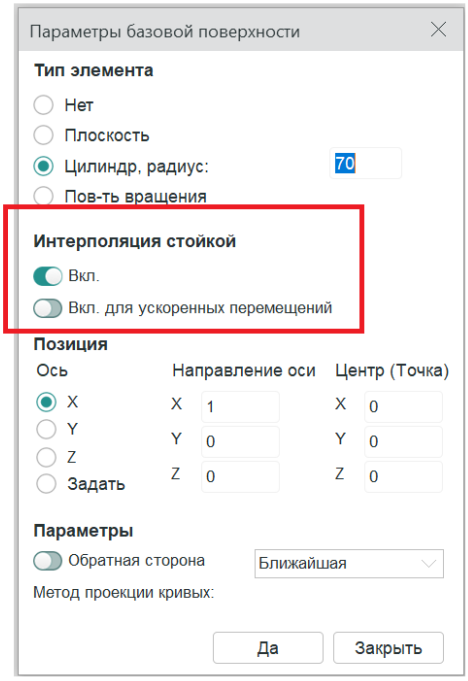


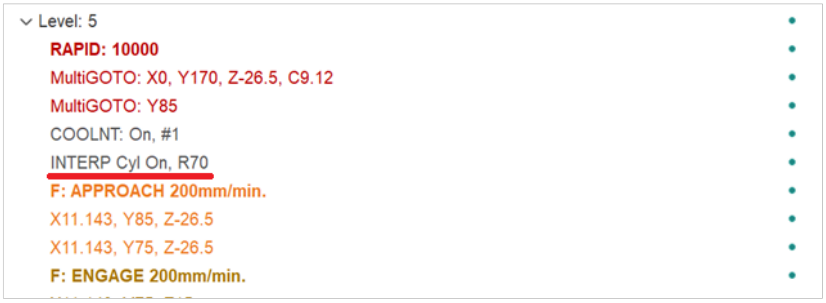
Однако в выходных данных CLData отсутствуют команды для цилиндрической интерполяции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

RAPID: 10000
MultiGOTO: X0, Y170, Z-26.5, C9.12
X0, Y85, Z-26.5
COOLNT: On, #1
F: APPROACH 200mm/min.
X0, Y75, Z-26.5
F: ENGAGE 200mm/min.
X0, Y75, Z15
F: WORK 200mm/min.
X0, Y75, Z38.623
MultiGOTO: Z38.868, C9.13

Чтобы включить её, нужно перейти на вкладку **Базовой поверхности** и активировать соответствующие опции. (Важно, чтобы в конфигурации станка также был включён флажок поддержки цилиндрической интерполяции в параметрах **Стойка ЧПУ — Поворотные преобразования**) Узнать больше(see page 465)



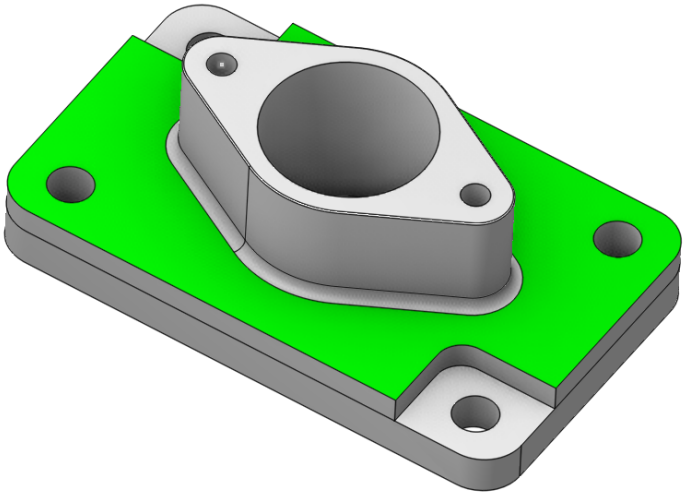


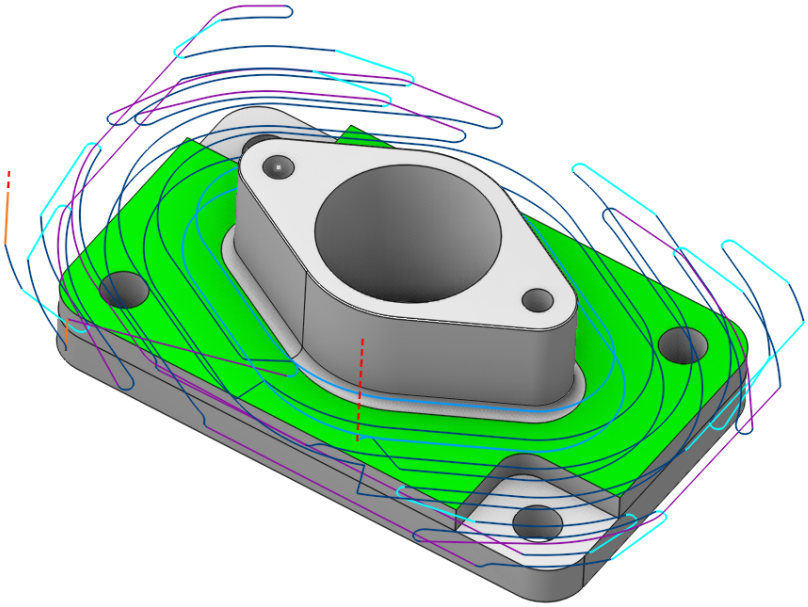
После этого в CLData появятся соответствующие команды, которые затем можно будет обработать в постпроцессоре. Подробнее о цилиндрической интерполяции вы можете узнать в следующем разделе. Узнать больше(see page 671).

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.2.4.3 Поверхности





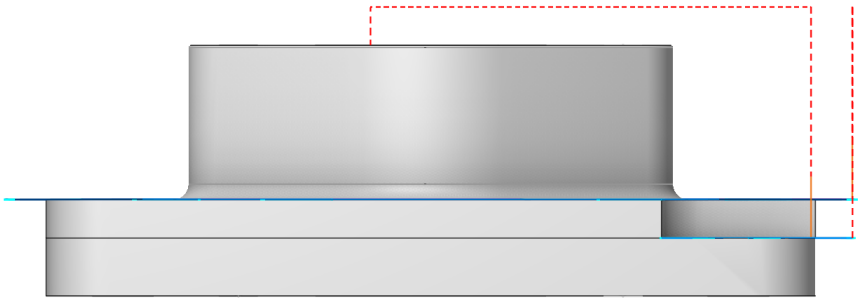
© 2025 ООО СПРУТ Технология

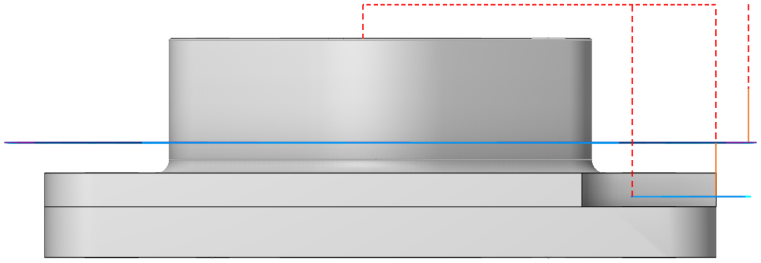
Область обработки:

Кнопка добавляет выбранные грани в список. Если грани не выбраны, появляется диалоговое окно с деревом геометрической модели. В этом диалоговом окне нужно найти и выбрать грани, сетки и группы, которые будут добавлены в список. Если добавляется группа, то будут учитываться только 3D-объекты этой группы.

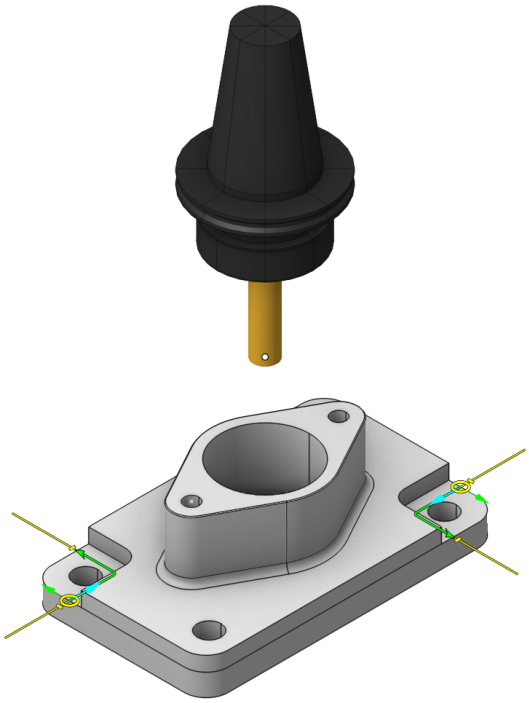
Вы можете изучить особенности выбора кривых в соответствующем разделе . Узнать больше(see page 184)

Если в **Рабочем задании** выбраны различные поверхности, то в некоторых операциях можно использовать свойства поверхности (двойной щелчок по элементу поверхности в **Рабочем задании**) для задания различных **припусков** для разных поверхностей.





5.2.4.4 Кривая



Операции 2D Контур и 3D Контур являются простыми и в тоже время мощными средствами для получения плоской траектории на основе задаваемых кривых, ребер, поверхностей или карманов. Задав Базовую поверхность, вы также можете получить траекторию на цилиндрической поверхности или на поверхности вращения. С использованием функции Проецирование на деталь вы можете спроецировать сгенерированную траекторию на деталь, а при помощи режима Ориентация оси инструмента вы можете получать 4-х и 5-ти осевые траектории по нормали либо к поверхности детали, либо к базовой поверхности.

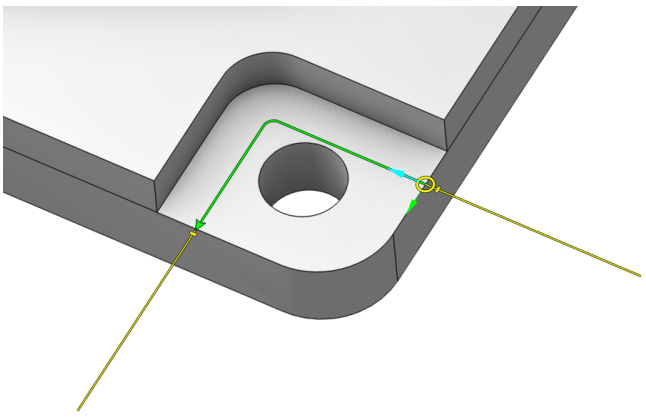
Вы можете изучить особенности выбора кривых в соответствующем разделе. Узнать больше(see page 184)

Работа с кривыми

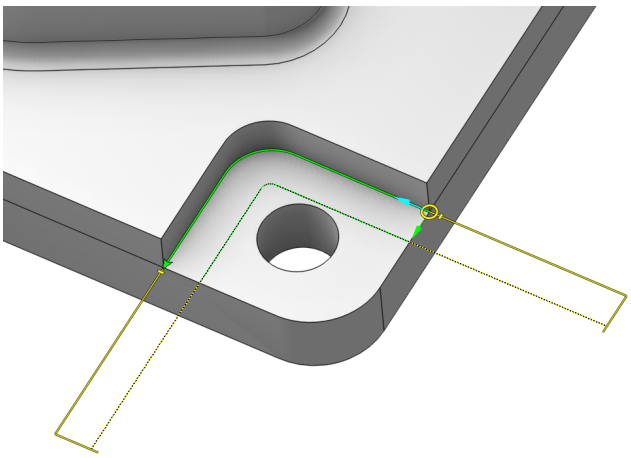
1.Чтобы добавить новый контур в задание на обработку, просто выберите кривые, кромки или вертикальные грани, которые хотите обработать, и нажмите кнопку **Кривая**. Связанные элементы будут объединены в контуры.

Сам контур. Зеленая линия представляет кривую, которая будет выведена в CLData. Подходы отмечены желтым цветом (вы можете изменить их интерактивно или на странице Подходы/Отходы(see page 582)).

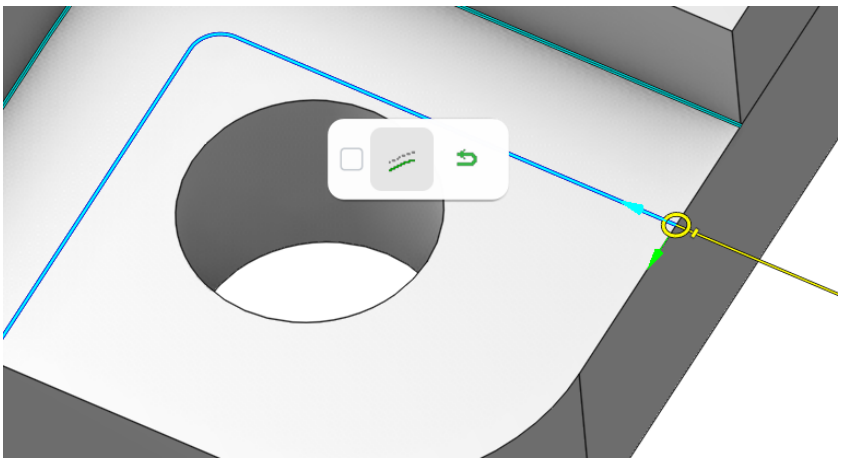
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Если контур компенсируется и для параметра **Использование коррекции на радиус** установлено значение **Стойка**, то отображается дополнительная пунктирная линия. Эта линия представляет собой кривую центра инструмента (кривую, по которой будет перемещаться инструмент).



Чтобы получить доступ к параметрам контура, просто щелкните левой кнопкой мыши по контуру в графическом окне. Вы увидите панель действий. Здесь можно переключить флаг **Использование коррекции на радиус** для контура и его флаг **Вкл/Выкл. Обработка с возвратом**. Для замкнутых контуров также можно переключить флаг **Зафиксировать начальную точку**.



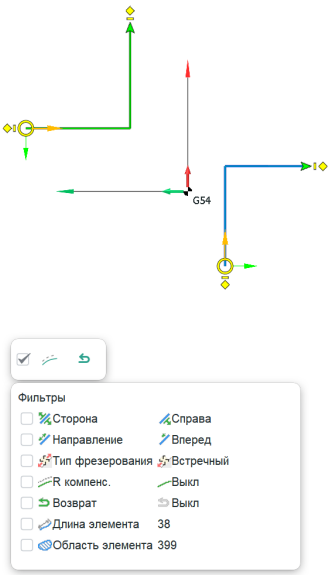
Изменение параметров нескольких контуров вместе

Чтобы отредактировать свойства сразу нескольких контуров вам нужно просто выделить их все и отредактировать параметры одного из них. Когда вы меняете какой-либо параметр, это изменение применяется сразу ко всем выделенным контурам. Таким способом вы можете поменять свойства **<Вкл/Выкл R компенсации>**, **<Вкл/Выкл обработки с возвратом>**, **<Зафиксировать начальную точку>**, направление либо сторону обработки контура.

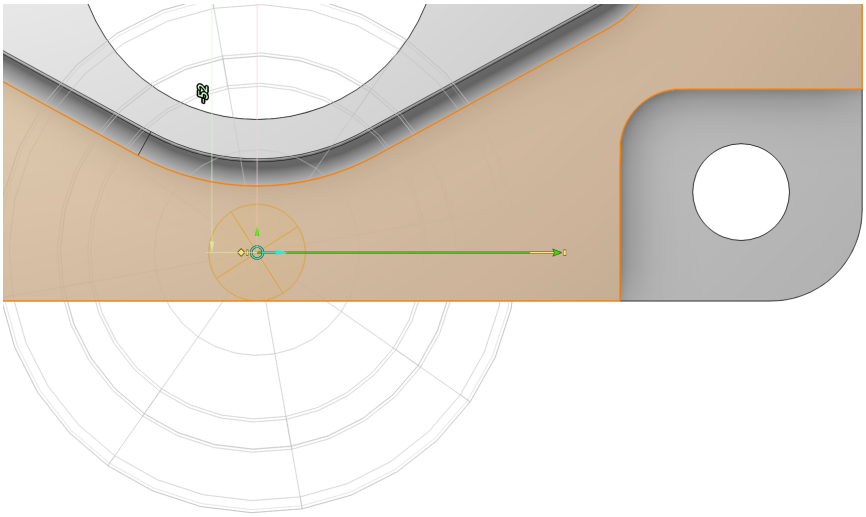
Выбор множества контуров

- Для выбора сразу нескольких контуров вы можете, удерживая клавишу [**Ctrl**] на клавиатуре, выбирать их левой кнопкой мыши.
- Для выбора всех контуров рабочего задания просто выполните двойной щелчок на любом из них в графическом окне.
- Для выбора контуров по какому-либо критерию сначала кликните на контур, а затем сразу установите флажок, расположенный на появившейся всплывающей панели инструментов. Теперь в появившемся дереве свойств вы можете ставить флажки напротив нужных вам критериев отбора элементов.

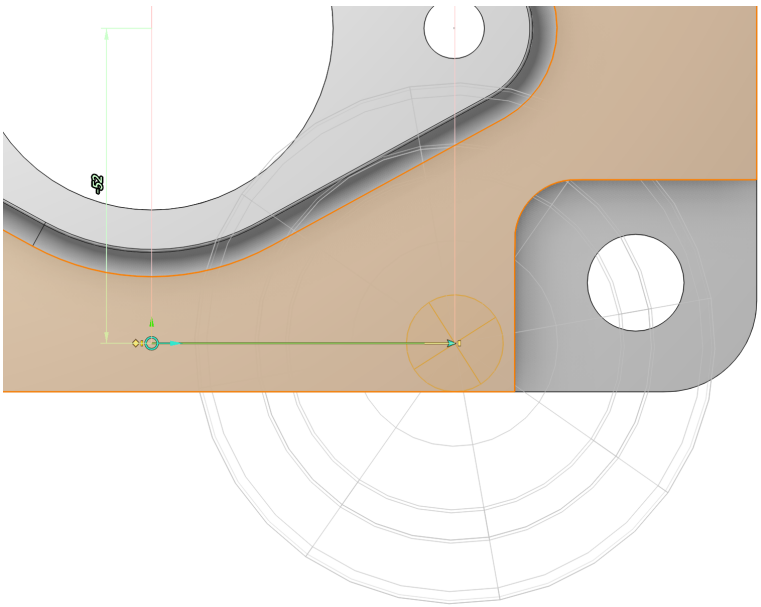
© 2025 ООО СПРУТ Технология



2. **Начальная точка контура (желтая окружность).** Для изменения позиции начальной точки просто перетащите ее при помощи мыши. Также вы можете менять положение начальной точки указанием значений размеров по X и Y. Для этого просто щелкните левой кнопкой на точку и отредактируйте значения появившихся размеров.ar.

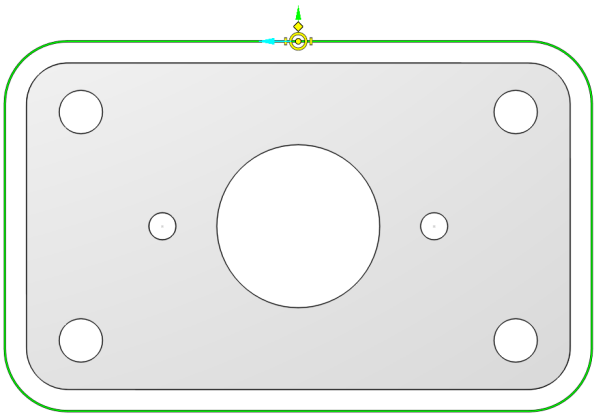


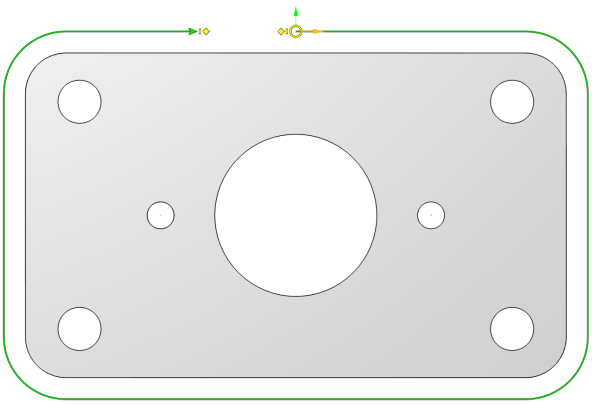
3. **Конечная точка контура (зеленая стрелка для незамкнутых контуров и желтая точка внутри желтой окружности для замкнутых контуров).** Вы можете перетаскивать конечную точку мышкой, а также менять ее положение путем изменения размеров X и Y.



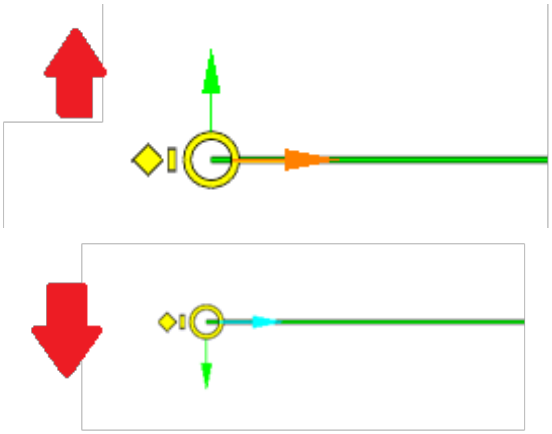
Позиция **начальной точки** по умолчанию для замкнутых контуров имеет значение **Авто**. Это означает что положение начальной точки определяется самой операцией во время расчета траектории исходя из соображений оптимизации пути. Вы можете отличить автоматическое расположение начальной точки от заданного вручную по ее визуальному представлению. Автоматическая начальная точка отрисовывается без желтой точки внутри, а не автоматическая изображается с желтой точкой.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

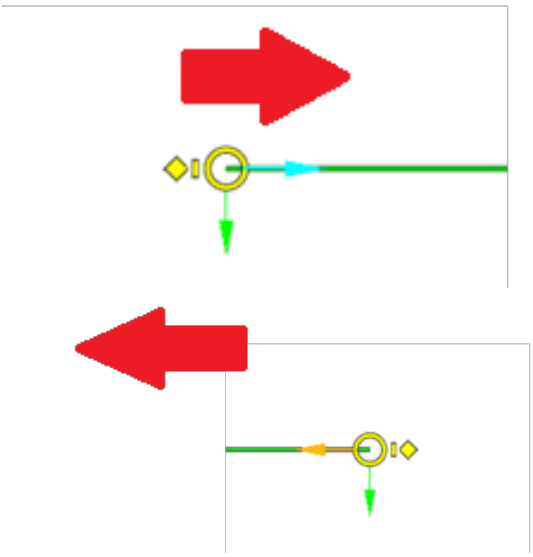




4. **Направление контура.** Изображается в виде стрелки, пристыкованной к начальной точке по касательной к контуру, и имеющей на рисунках выше цвет аква. Для изменения направления контура просто кликните левой кнопкой мыши по этой стрелке. Стрелка направления может быть двух цветов: либо цвета аква, либо оранжевого. Цвет стрелки направления указывает на тип фрезерования данного контура: аква - для попутного фрезерования и оранжевый - для встречного типа фрезерования.



5. **Сторона обработки контура**. Это стрелка ярко зеленого цвета, пристыкованная к начальной точке контура по нормали к контуру как показано на рисунках выше. Для изменения стороны обработки просто кликните по этой стрелке.



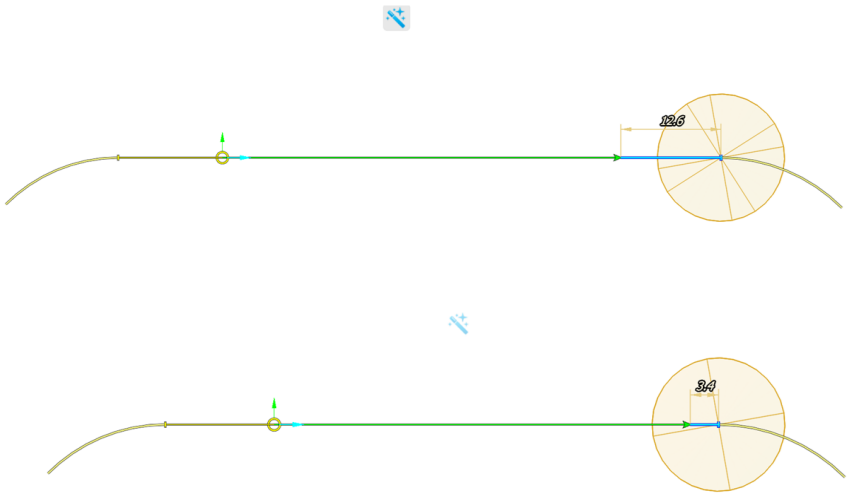
6. **Перебеги контура (начальный и конечный).** Представляют собой желтые штрихи рядом с начальной и конечной точками контура как показано на рисунках выше. Перебег используется для удлинения траектории за пределы самого контура. Для изменения величины перебега вы можете либо перетащить изображающий его желтый штрих при помощи мыши, либо кликнуть по нему и отредактировать величину появившегося на экране размера.



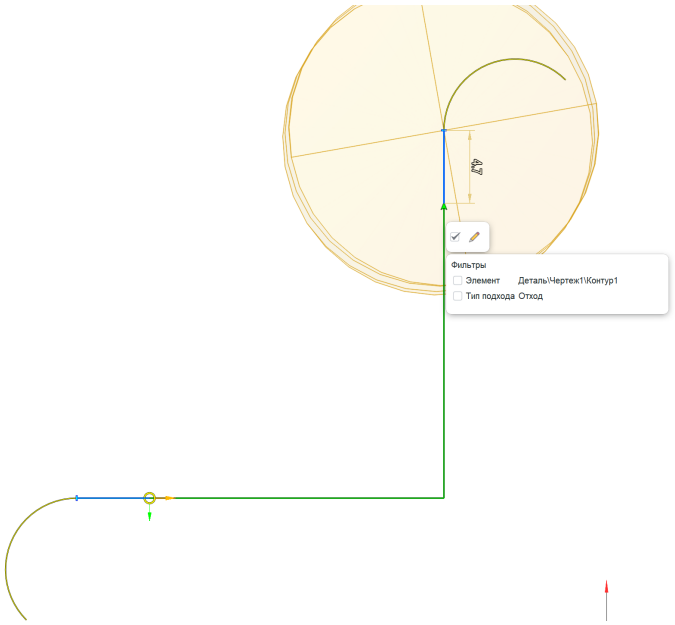
Редактирование множества перебегов в один клик

Следует знать, что когда вы редактируете параметры перебега, то эти изменения применяются ко всем выделенным перебегам. Для того чтобы сделать процесс редактирования множества перебегов более быстрым и простым CAM система автоматически подсвечивает и выбирает все идентичные перебеги. Однако вы всегда можете выключить данную функцию. Просто кликните на кнопку в виде волшебной палочки в верхней части графического окна.

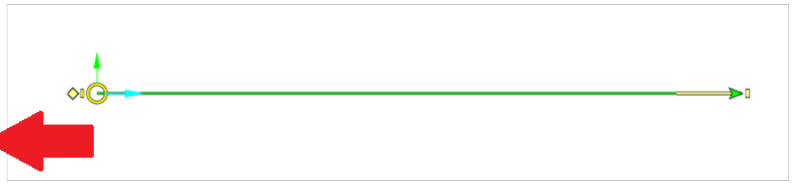
© 2025 ООО СПРУТ Технология

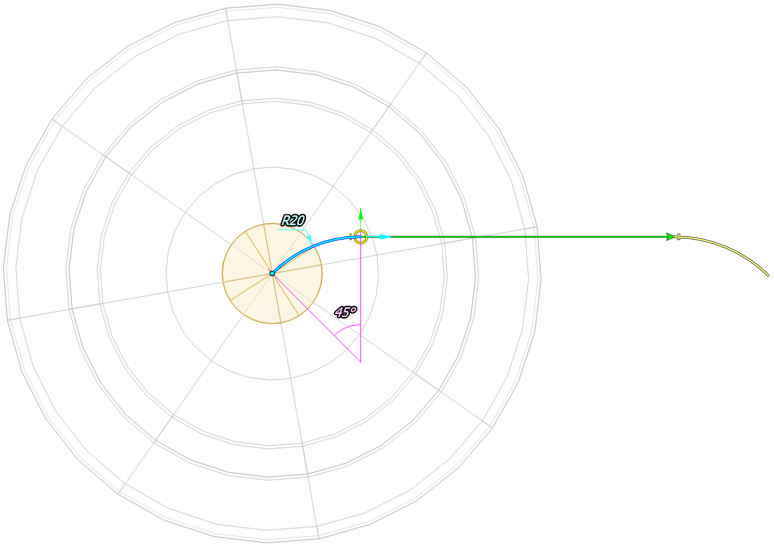


Для выбора перебегов по какому-либо критерию следует кликнуть по перебегу, и затем в появившейся всплывающей панели инструментов поставить флажок. После этого в появившемся дереве свойств вы можете отметить интересующие вас критерии отбора перебегов.

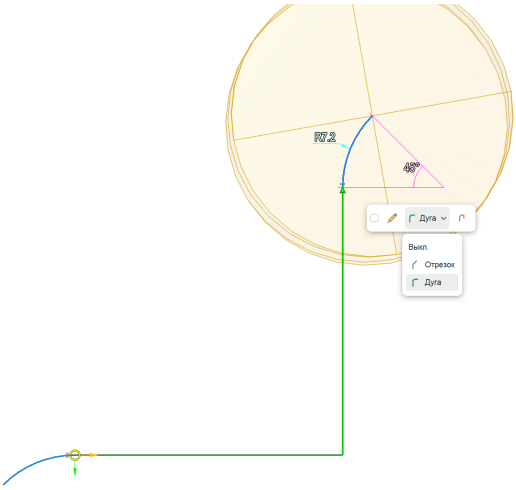


7. **Подходы (отходы) контура**. Это желтые ромбики на картинках сверху. Для изменения подхода или отхода просто перетащите соответствующий ромбик при помощи мыши. После этого вы можете редактировать появившиеся на экране размеры.





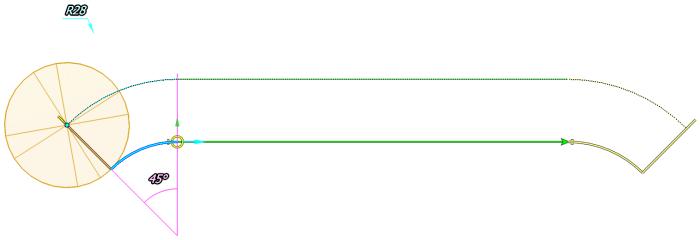
Имеются три возможных типа подхода: **без подхода, по прямой, по дуге.** Для изменения типа подхода просто щелкните по подходу и в появившейся всплывающей панели инструментов выберите нужный тип подхода



Для скомпенсированных контуров и при включенном типе компенсации на радиус <Стойка> отображается дополнительная пунктирная линия. Она представляет собой траекторию перемещения центра инструмента. Размеры подхода задаются для кривой центра инструмента. Это делает параметры подхода независимыми от выбранного типа компенсации. Если вы хотите изменить размер скомпенсированного подхода путем перетаскивания мышью, то вы должны хватать за желтую точку в месте, где заканчивается кривая центра инструмента, а не там где кончается кривая

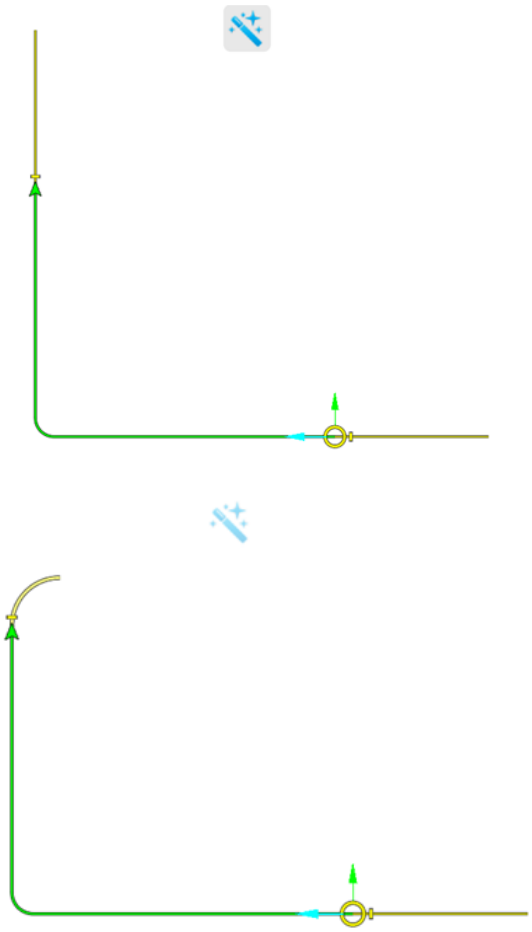
© 2025 ООО СПРУТ Технология

нескомпенсированного подхода.



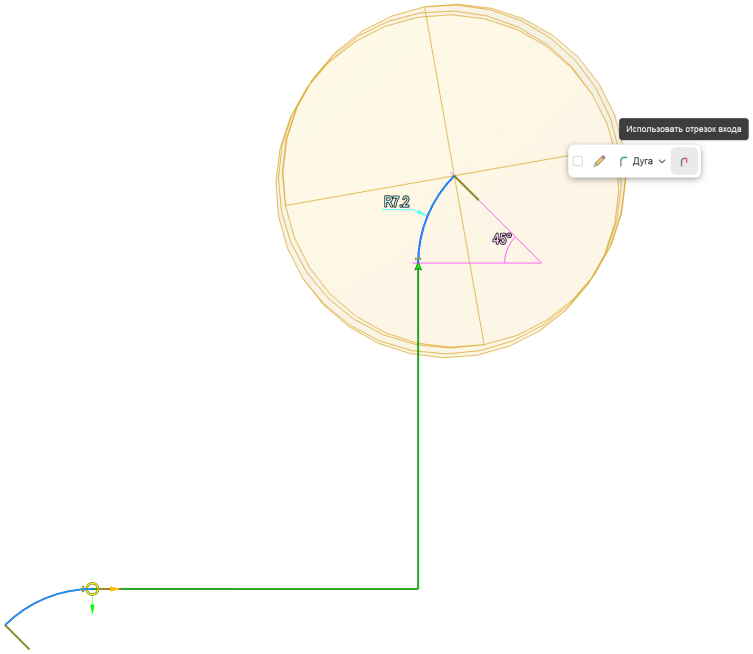
Редактирование множества подходов в один клик

Следует знать, что при редактировании параметров подхода производимые вами изменения применяются ко всем выделенным подходам. Для того чтобы сделать процесс редактирования подходов более быстрым и простым CAM система автоматически подсвечивает и выделяет все идентичные подходы. Вы можете отключить подобное поведение кликнув по кнопке в виде волшебной палочки в верхней части графического окна. Для выбора только одного подхода вы можете кликнуть по нему дважды. Для выбора подходов по каким-либо критериям кликните по подходу, и в появившейся всплывающей панели инструментов установите флажок. В отобразившемся после этого дереве свойств отметьте критерии, по которым вы желаете выбрать подходы.

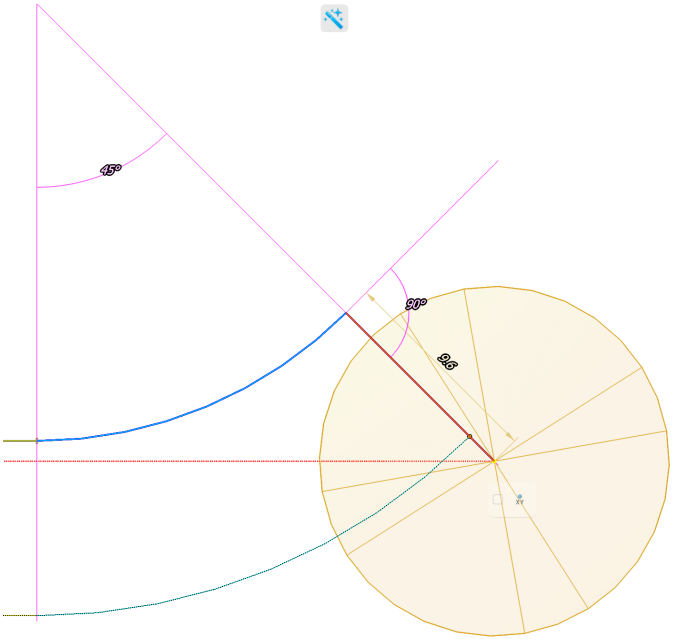


8. **Отрезки входа/выхода (ходы включения коррекции).** Отрезки входа и выхода автоматически добавляются к основным подходам скомпенсированного контура, если тип компенсации не равен <Компьютер>. Они играют роль ходов включения коррекции. Отрезки входа по умолчанию не добавляются к подходам по прямой, т.к. это не имеет смысла. Однако вы можете включить отрезки входа явно, кликнув по подходу и нажав кнопку <Использовать отрезок входа> в появившейся всплывающей панели инструментов.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

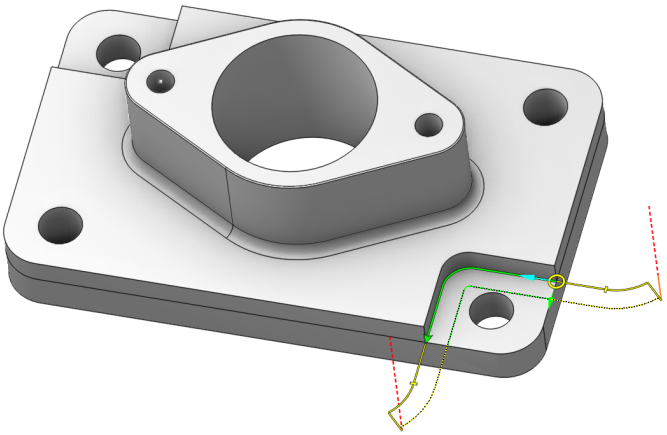


Ниже приведен пример отрезков подхода к контуру при включенной компенсации на радиус инструмента <Стойка>.



9.Эквидистанта к контуру / коррекция на радиус

Компенсация на радиус применяется к контуру главным образом в случаях, когда вы имеете кривую на детали (например, ребро или поверхность вертикальной стенки) и хотите обработать материал сбоку от этой кривой. Для того чтобы включить коррекцию на радиус для контура просто выберите его в графическом окне и щелкните по кнопке <Вкл/Выкл R компенсации> на появившейся всплывающей панели инструментов.

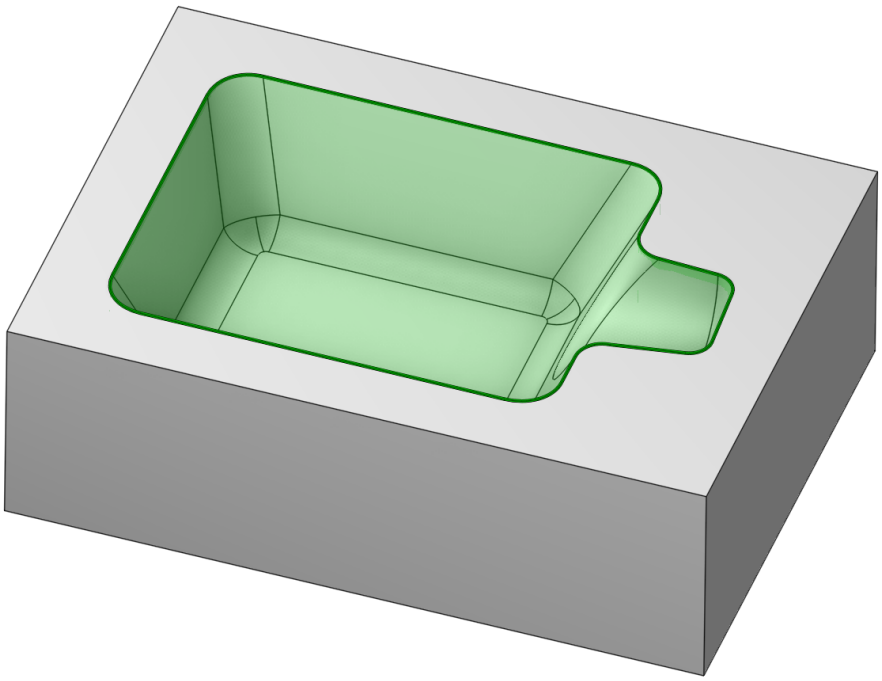


Метод компенсации радиуса определяется параметром операции <Компенсация радиуса>. Вы можете выбрать его либо в инспекторе параметров, либо в окне параметров операции. Например, для операции 2D-контура — Вывод. Узнать больше(see page 823)

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.2.4.5 Рабочая зона



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Область применения:

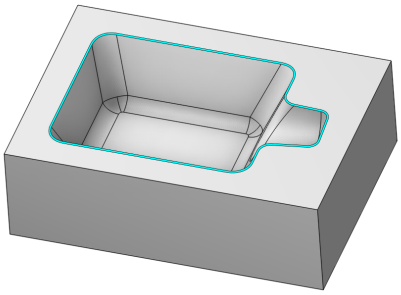
Зоны обработки предназначены для выделения на детали или заготовке зон, подлежащих обработке в черновых и чистовых фрезерных операциях. Зоны обработки могут быть замкнутыми и открытыми. Открытые зоны – новый эффективный инструмент, позволяющий технологу легко выделять на заготовке области обработки, которые без такой возможности приходилось бы строить вручную в 2d редакторе.

Способы использования рабочей зоны.

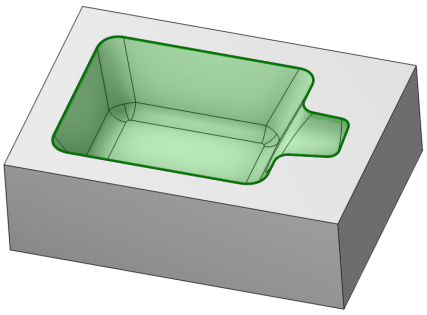
Использование замкнутых рабочих зон

В качестве замкнутых рабочих зон допустимо указывать замкнутые кривые, цепочки ребер детали и замкнутые цепочки вертикальных поверхностей. Рассмотрим конкретный пример.

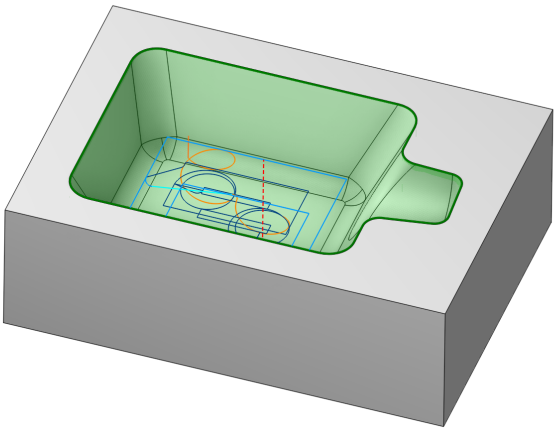
- В графическом окне выберите цепочку ребер, ограничивающую рабочую зону. Проще всего это можно сделать с помощью двойного щелчка мыши на одном из ребер цепочки.



- На панели рабочего задания нажмите кнопку <Рабочая зона>.



- Зона обработки будет добавлена в рабочее задание операции. На рисунках ниже представлены рабочие зоны для черновой и чистовой фрезерных операций.



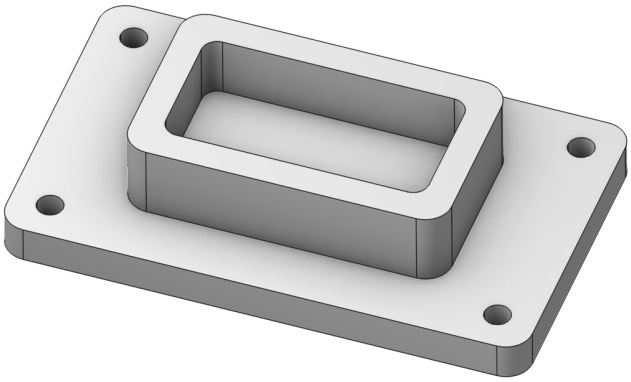
Использование открытых рабочих зон

Процесс формирования открытой рабочей зоны представляет собой постепенное отсечение области пространства, подлежащей обработке. В качестве ограничивающих элементов можно указывать вертикальные стенки и ребра детали, кривые, а также цепочки этих элементов.

Рассмотрим конкретные примеры.

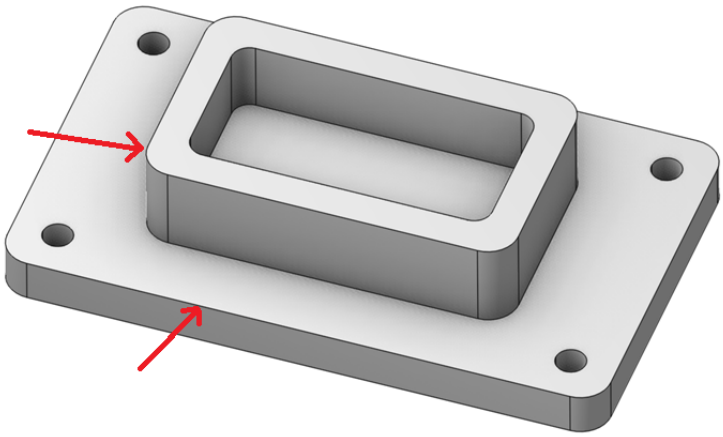
Использование открытых рабочих зон в черновых операциях.

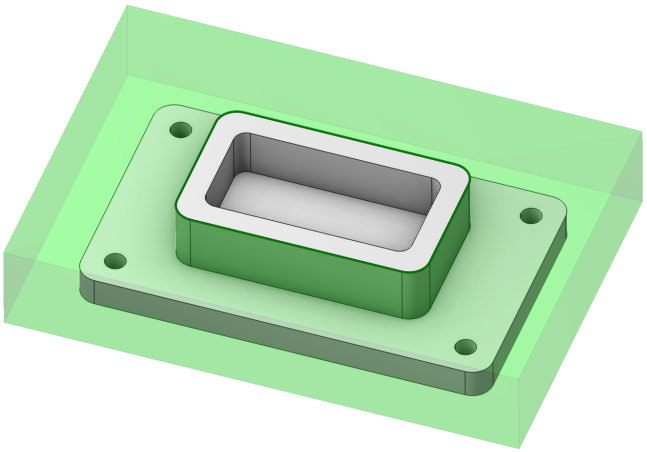
В данном примере мы сформируем рабочую зону для черновой послойной операции. Обрабатываемая деталь представлена на рисунке ниже. Нам необходимо выбрать материал только в левой части заготовки. При этом мы не хотим обрабатывать пазы кронштейна в данной операции.

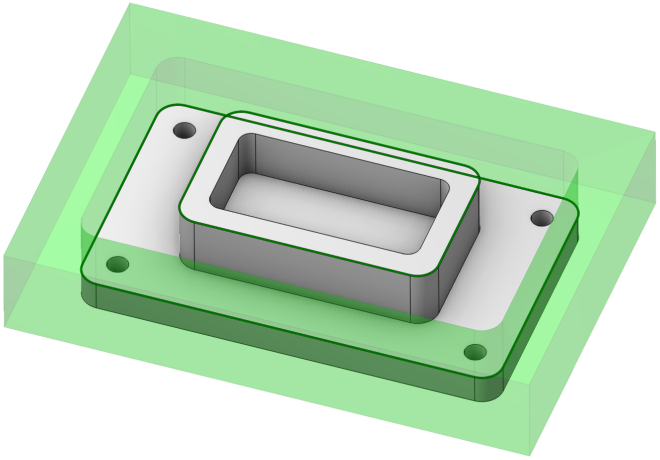


Для этого мы выберем две кромки в качестве зон задания.

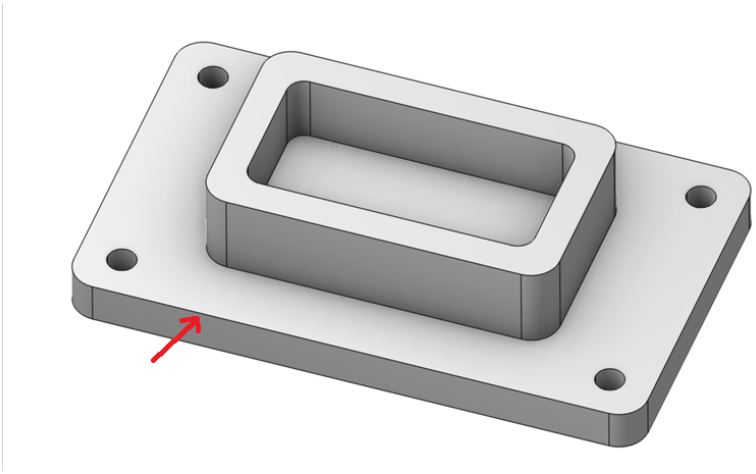
© 2025 ООО СПРУТ Технология

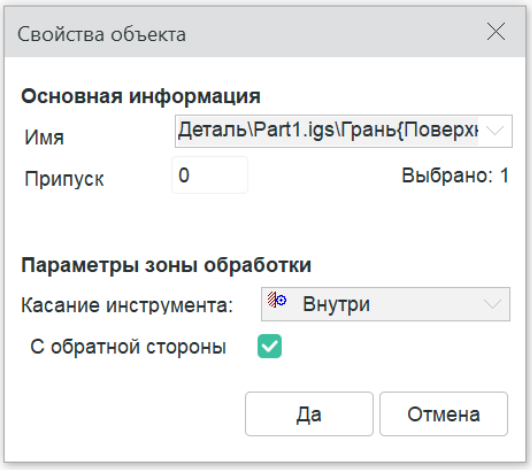






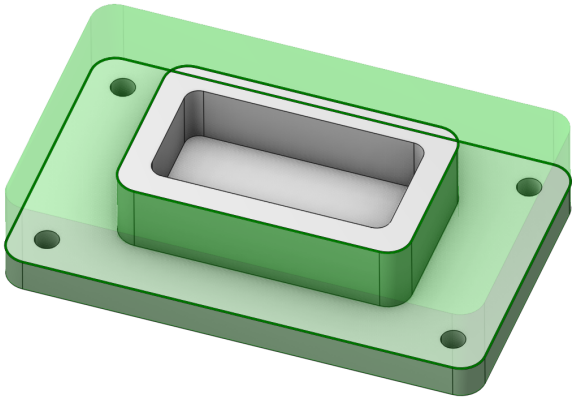
Мы видим, что одна из зон направлена в противоположную сторону. Её необходимо инвертировать. В Рабочем задании находим эту зону. Дважды щёлкаем по ней и меняем её направление (С обратной стороны).

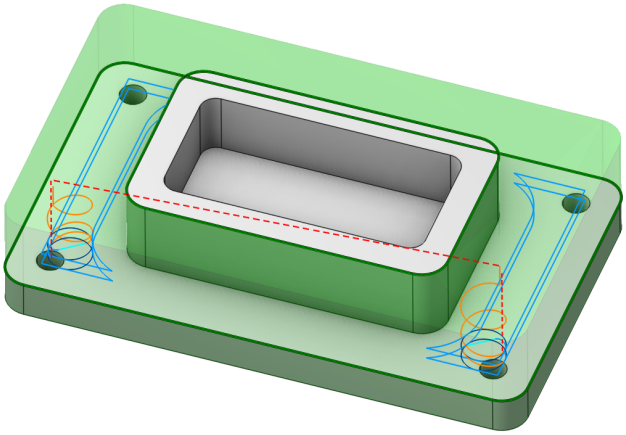




Теперь полученный результат соответствует ожидаемому результату. Вы можете применить эти навыки при выборе **Рабочего задания** на обработку для ваших деталей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

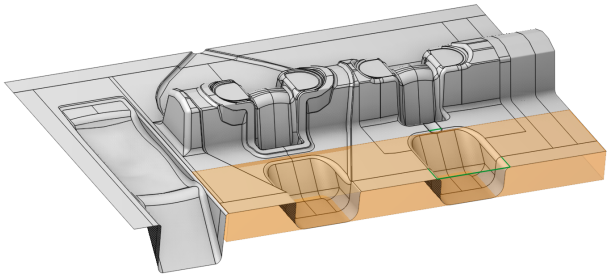




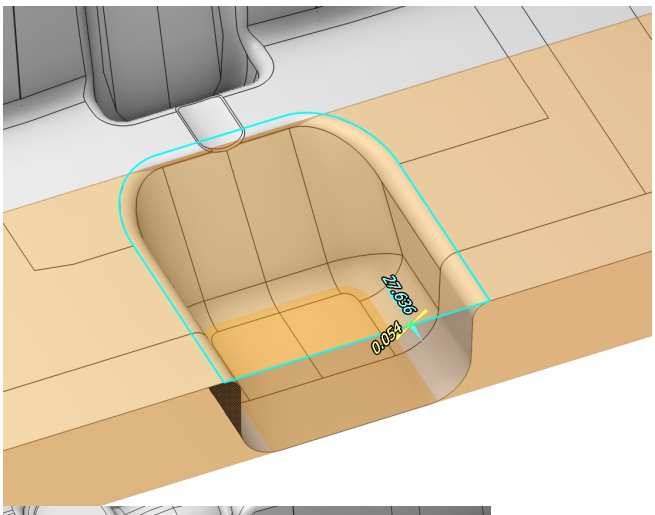
Использование открытых рабочих зон в чистовых операциях.

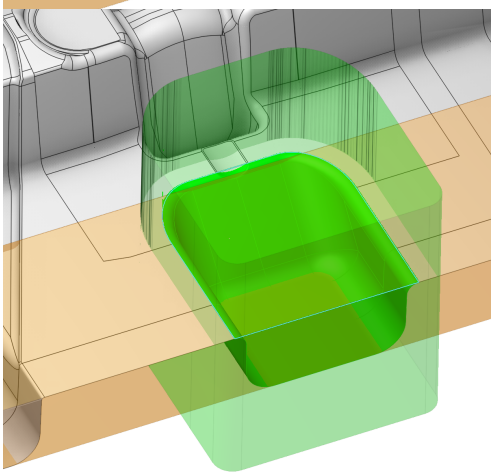
В данном примере мы сформируем открытую рабочую зону для построчной операции. Модель детали представлена на рисунке ниже.

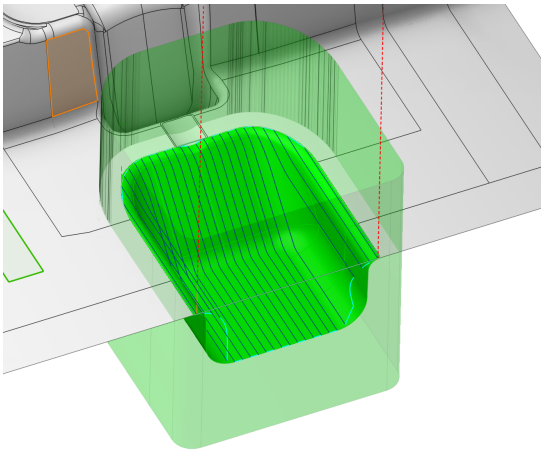
Выберем на экране цепочку ребер, образующих контур предполагаемой зоны обработки.



Сформированная рабочая зона будет добавлена в рабочее задание. Рассчитаем операцию. Результирующая траектория будет содержаться в пределах рабочей зоны.





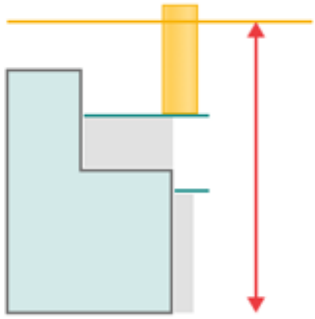


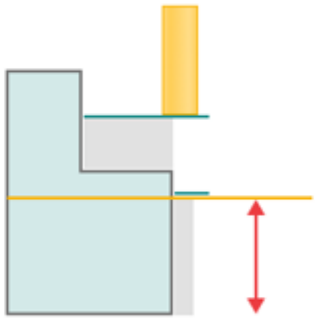
Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.4.6 Верхний и нижний уровни обработки





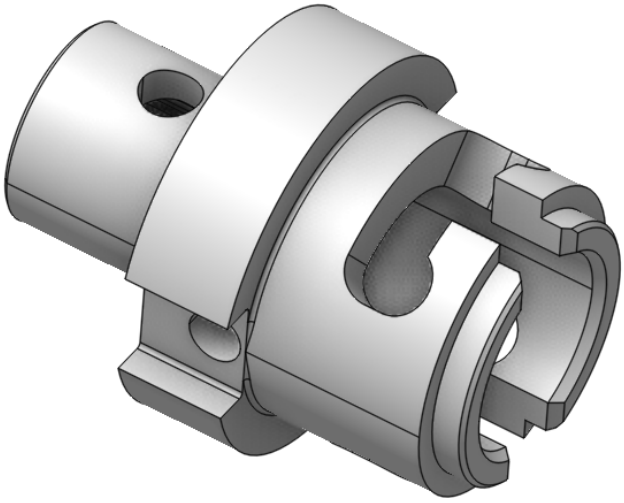
Область применения:

При обработке призматических деталей, а также токарно-фрезерной обработке часто бывает необходимо выставить верхний и нижний уровень обработки в соответствии с геометрическим положением обрабатываемого конструктивного элемента. Для облегчения этой задачи верхний и нижний уровень обработки могут быть непосредственно указаны в рабочем задании операции.

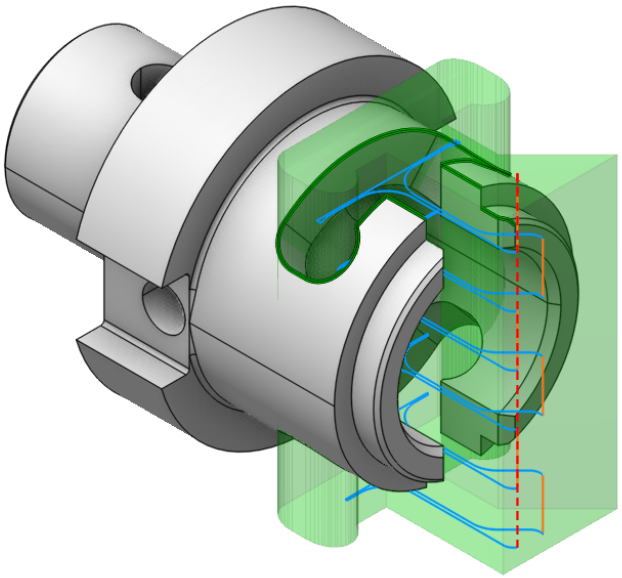
В качестве элементов верхнего и нижнего уровней могут быть использованы любые геометрические элементы: поверхности, кривые, ребра, точки и т.п. При этом значение уровней рассчитывается исходя из габаритов геометрического примитива.

Использование рабочей зоны.

На следующем изображении вы можете увидеть деталь для токарно-фрезерной обработки. Мы будем обрабатывать передний открытый паз.



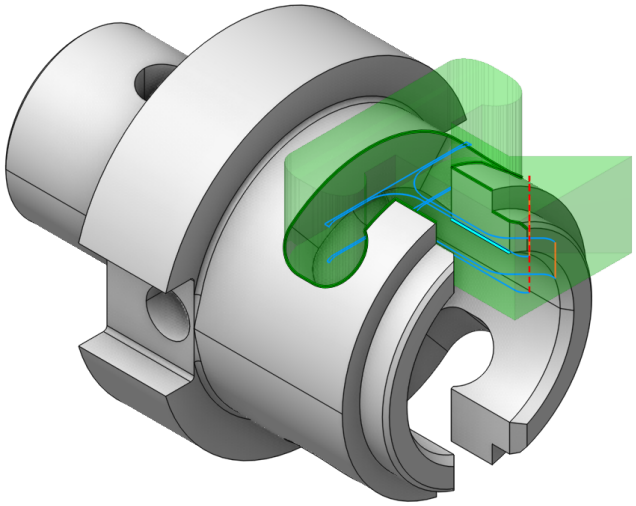
Используя открытые зоны задания, мы строим зону обработки в плоскости XY. Как вы можете видеть на изображении ниже, нам необходимо ограничить траекторию движения инструмента по оси Z. Нужно настроить как верхний, так и нижний уровни.



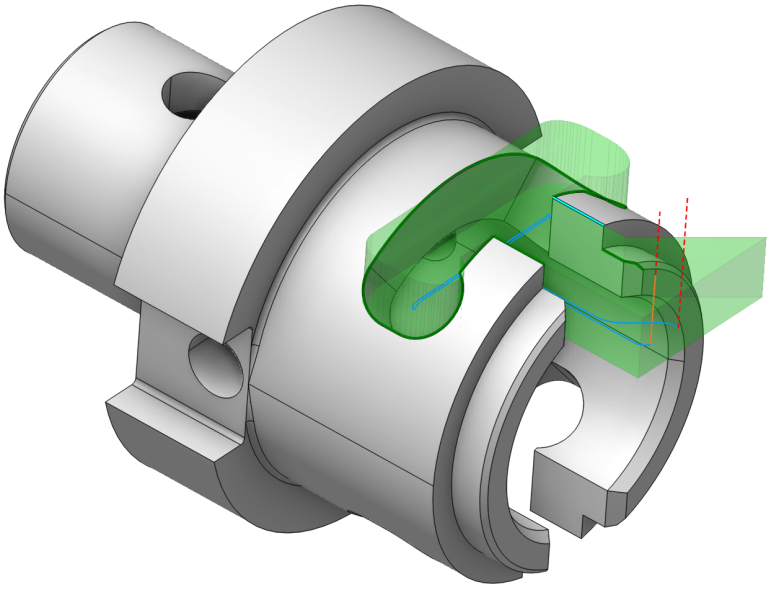
Для выполнения этой задачи мы добавим боковую поверхность паза как элемент **нижнего уровня** в **Рабочее задание**.

Сгенерированная траектория движения инструмента будет выглядеть так, как показано ниже.

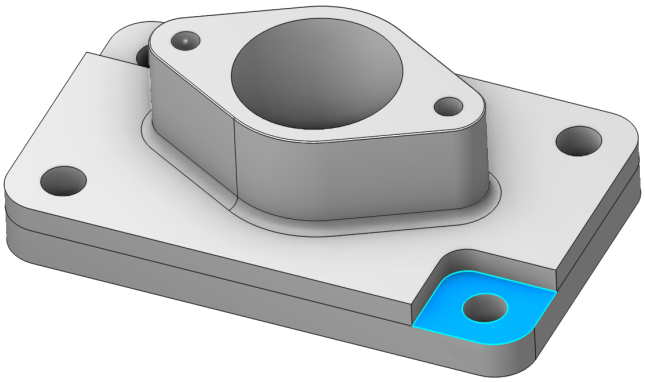
© 2025 ООО СПРУТ Технология

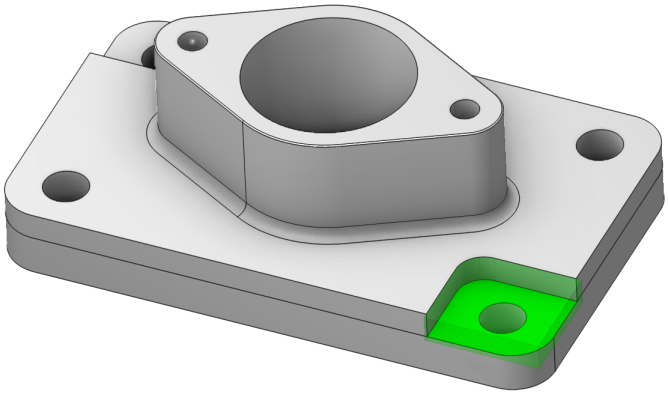


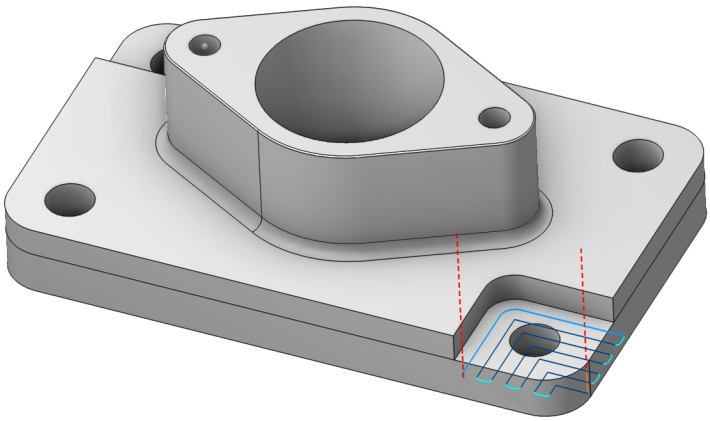
Чтобы ограничить траекторию движения инструмента сверху, мы добавим внешний диаметр паза как элемент **верхнего уровня** в **Рабочее задание**.



5.2.4.7 Карман







Application Area:

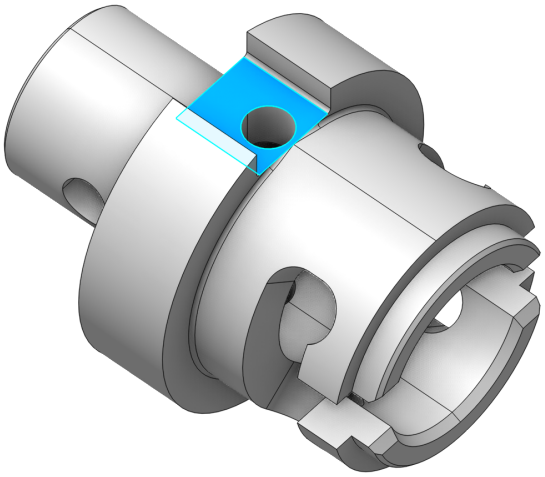
С целью облегчения процесса формирования управляющих программ для обработки призматических деталей, в CAM системе, начиная с версии 7, в рабочем задании фрезерных операций появилась возможность указывать новый тип элемента – <Карман>.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Карман представляет собой совокупность рабочей зоны и верхнего и нижнего уровней, распознанных в трехмерной модели детали по указанной поверхности. В качестве базовой поверхности кармана допустимо указывать плоское дно кармана, или одну из поверхностей его боковой стенки (для сквозных карманов). При этом система автоматически распознает контур кармана и его уровни обработки. При добавлении кармана в операцию обработки 2d-контура, карман преобразуется в кривые.

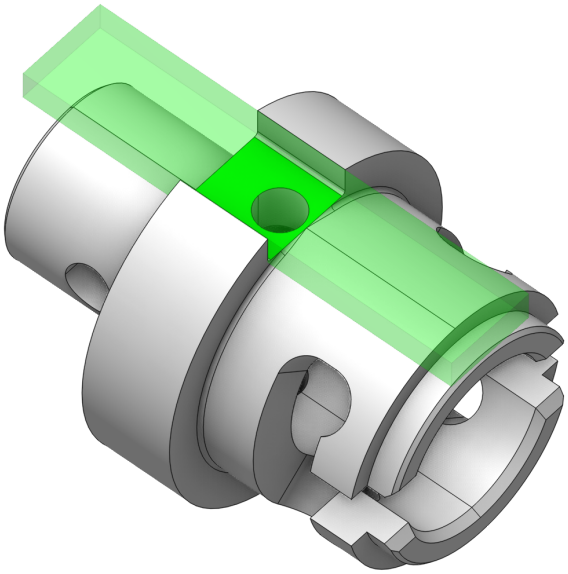
Последовательность работы с элементом Карман.

1. Первый шаг — выбрать базовую поверхность кармана. На изображении ниже вы можете увидеть деталь для токарно-фрезерной обработки. Мы будем обрабатывать прямой открытый паз в верхней части детали.



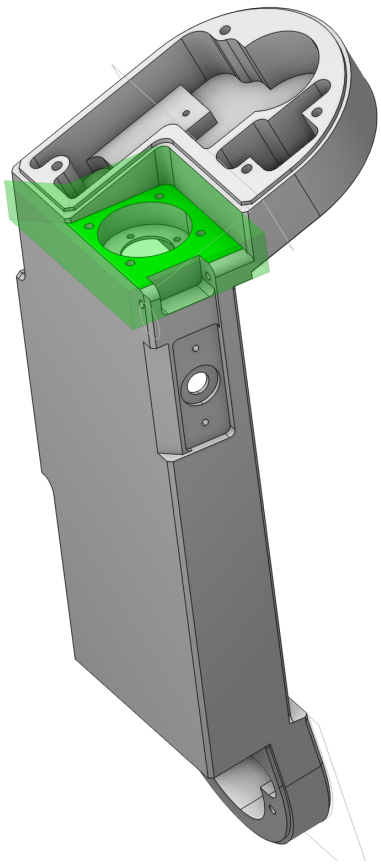
2. Мы выбираем нижнюю поверхность паза и нажимаем кнопку **Карман** на панели **Рабочее задание**.

3. Карман был преобразован в открытую зону задания, а также определены верхний и нижний уровни.

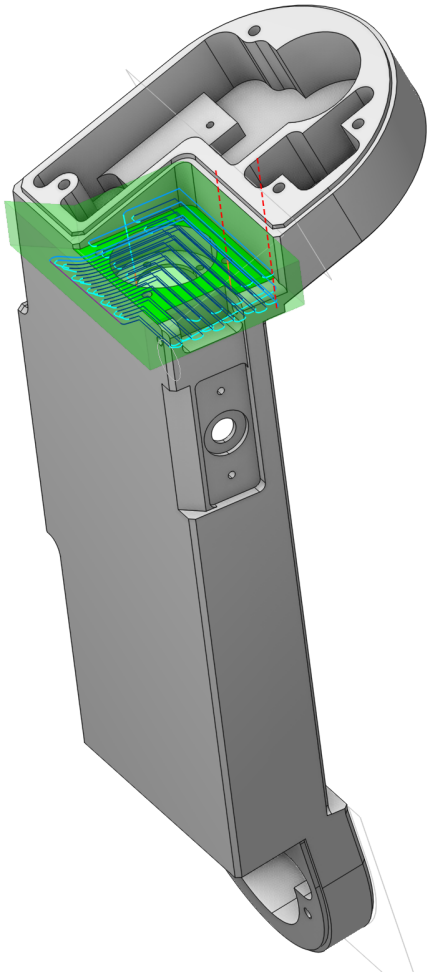


Типичное применение функции кармана

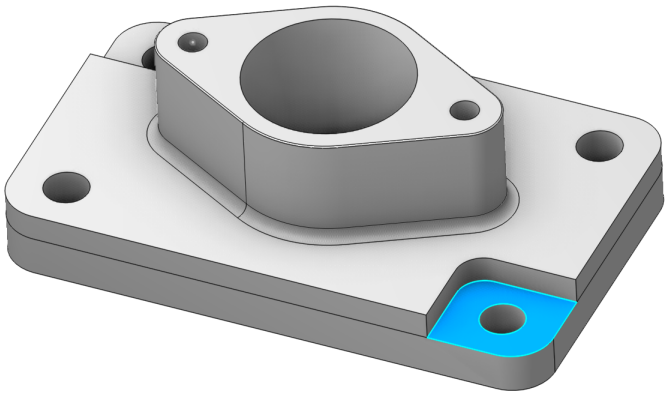
© 2025 ООО СПРУТ Технология

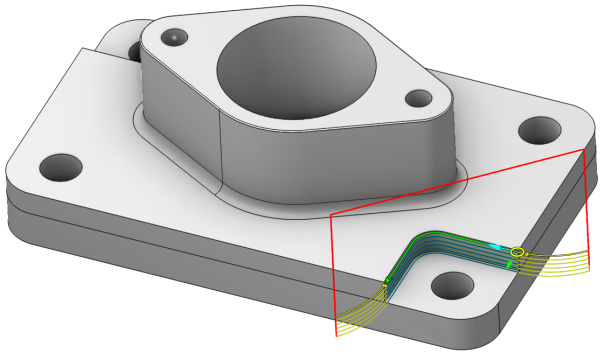


© 2025 ООО СПРУТ Технология

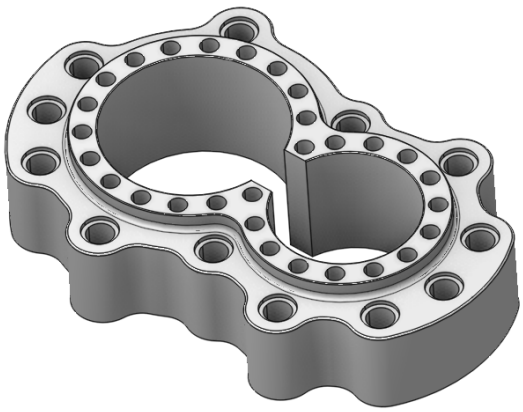


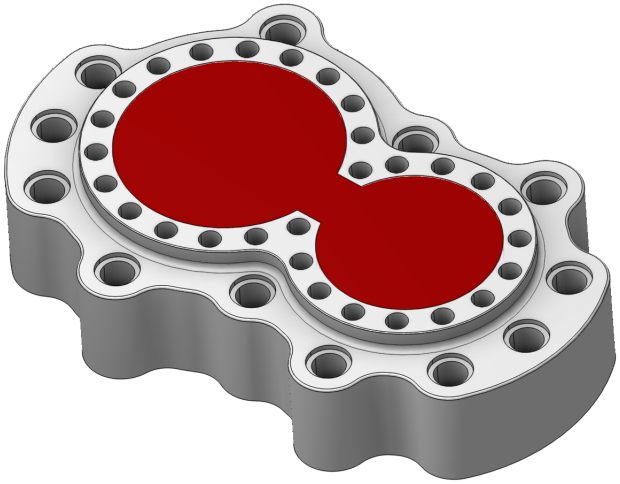
© 2025 ООО СПРУТ Технология





5.2.4.8 Зоны ограничений





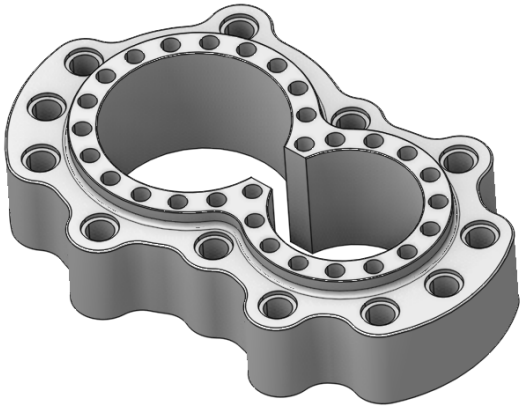
Область применения:

В дополнение к рабочим зонам в CAM системе присутствует возможность указывать в рабочем задании фрезерных операций и зоны ограничений. В отличие от зоны обработки зона ограничений – всегда замкнутая кривая. Она ограничивает геометрию, которую не следует обрабатывать в данной конкретной операции. В качестве элементов зон ограничений допустимо указывать кривые, вертикальные поверхности и ребра детали, и их цепочки.

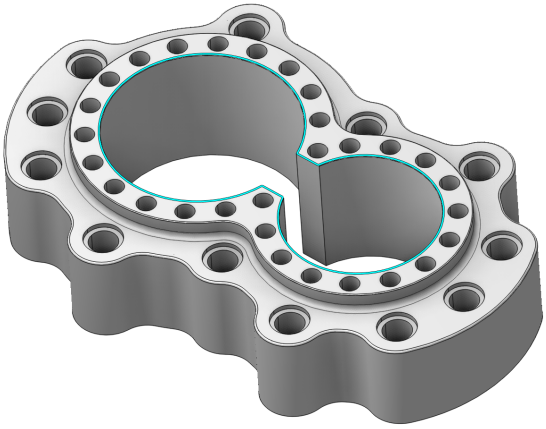
Использование зоны ограничений

Рассмотрим конкретный пример. Допустим, нам необходимо выбрать материал только снаружи детали, оставив необработанной внутреннюю область (см. рисунок ниже).

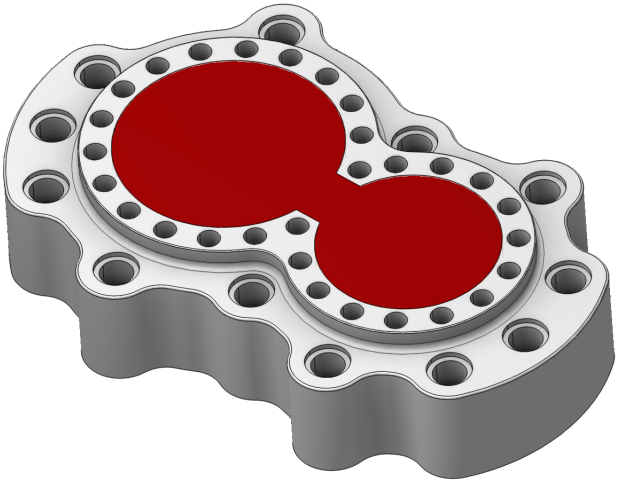
© 2025 ООО СПРУТ Технология



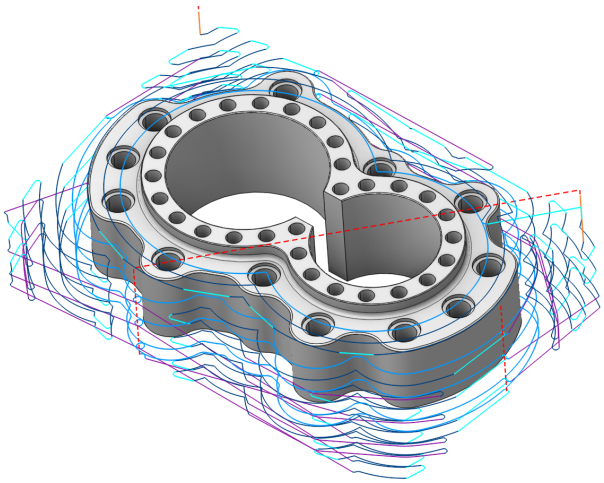
В графическом окне выберем ребра, ограничивающие окно в детали:



Затем нажимаем кнопку <Зона ограничений> на панели рабочего задания. В результате в рабочее задание будет добавлена следующая зона ограничений:



Рассчитаем траекторию. Как видно на рисунке ниже, окно в центре детали осталось не обработанным:

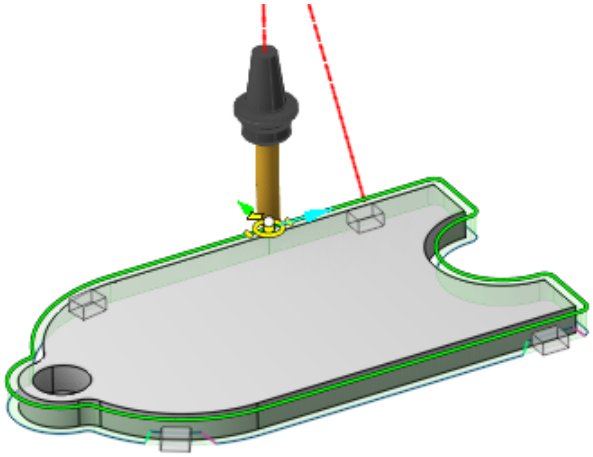


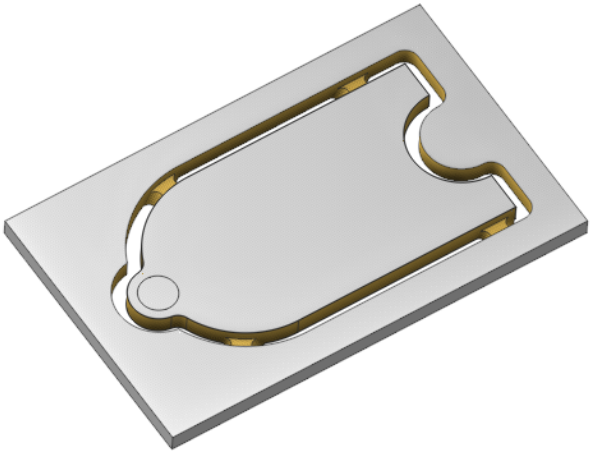
Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

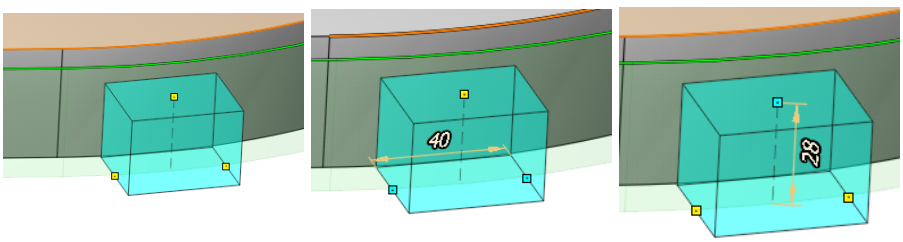
5.2.4.9 Перемычки





Область применения:

Перемычки нужны для удержания детали или фрагментов заготовки от выпадения на конечном этапе обработки, что может привести к поломке инструмента или получению бракованных деталей. Окно **перемычек** в рабочем задании описывает **только ее геометрию и способы воспроизведения по контурам**. В этом окне можно выполнить первоначальное добавление **перемычек** с автоматической расстановкой по определенному правилу. Затем можно редактировать положение и размер каждой **перемычки** непосредственно в графическом окне.



Добавить перемычки.

Необходимо для формирования геометрии перемычек и их взаимного расположения.

Нажмите здесь для раскрытия...

Область применения. Необходимо определить типы контуров, к которым применяются вкладки.

Замкнутые и открытые. Перемычки будут создаваться как в открытом, так и в замкнутом контуре.

Только замкнутые. Перемычки будут создаваться только в замкнутом контуре.

Только открытые. Перемычки будут создаваться только в открытом контуре.

Только выбранные контура. Определяем правило, к каким контурам добавлять вкладки - ко всем или только к выбранным. По умолчанию, если в рабочем задании не выбрано ни одного контура - все контуры, если выбран хотя бы один - только выбранные контуры.

Заменить существующие. Определяет нужно ли заново создавать перемычки для тех контуров, где перемычки были созданы ранее. По умолчанию Вкл..

Размеры. Определяет размер перемычек.

Длина перемычки. Определяет длину перемычки. По умолчанию в мм или в % от диаметра инструмента.

Высота перемычки. Определяет высоту перемычки. По умолчанию в мм или в % от диаметра инструмента, Пол. высот. эл. (полная высота элемента или операции).

Размеры по умолчанию. По умолчанию определено в параметрах **Размеры по умолчанию**.

Длина перемычки по умолчанию. Задает значения для длины перемычки по умолчанию.

Высота перемычки по по умолчанию. Задает значения для высоты перемычки по умолчанию.

Стратегия размещения. Определяет стратегию размещения перемычек.

Количество на контур. Для каждого контура автоматически создается указанное количество перемычек. Перемычки равномерно распределяются по длине контура.

Количество перемычек. Количество перемычек.

Линейная плотность. Для каждого участка указанной длины автоматически создается одна перемычка. Линейная плотность на каждой кривой.

Линейная плотность. Плотность по длине в мм или в % от диаметра инструмента. По умолчанию 500%.

Минимальное количество перемычек. Минимальное количество перемычек на контур. По умолчанию 0.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Плотность по площади. Для каждой области на каждом замкнутом контуре автоматически создается одна перемычка.

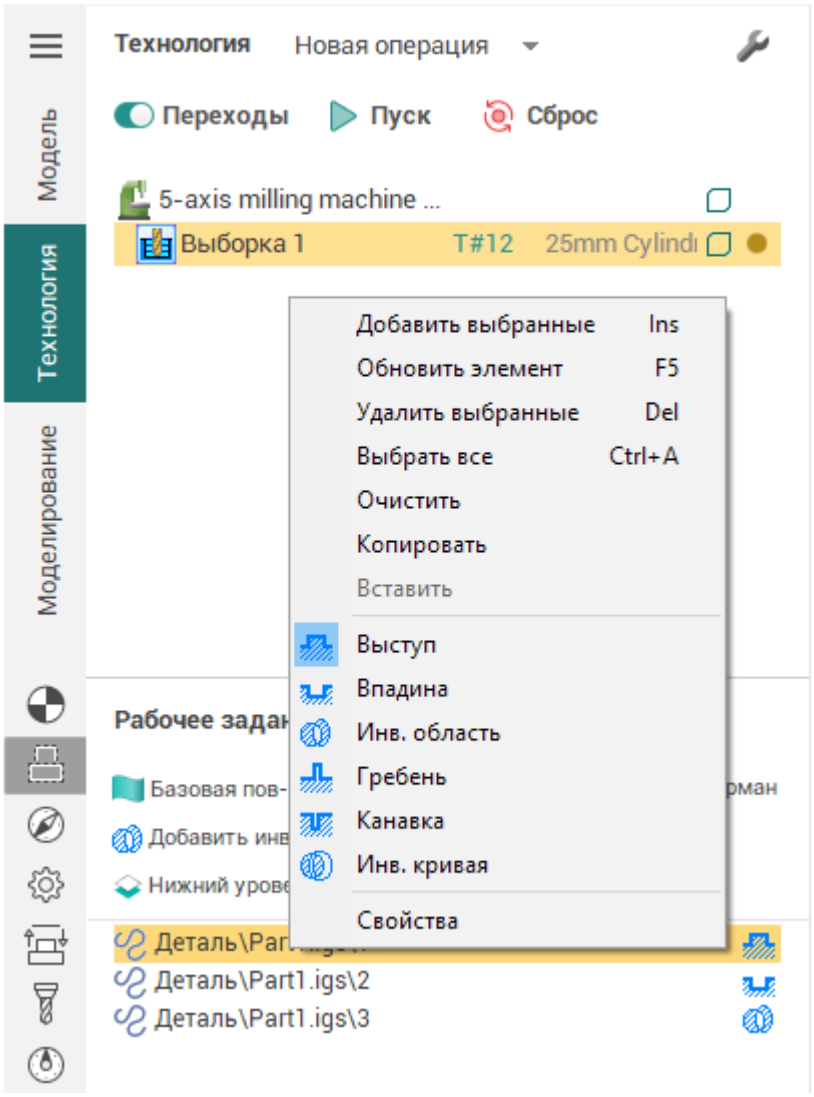
Плотность по площади. Плотность поверхности в мм^2 или в % от диаметра инструмента. По умолчанию 1000%.

Минимальное количество перемычек. Минимальное количество перемычек на контур. По умолчанию 0.

Избегать углов. При включении опции **Избегать углов** алгоритм начинает проверять, попадает ли заданная перемычка в угол. Если попадает, он пытается сместить ее на небольшое расстояние в одну сторону, затем в другую, пока не найдет место за пределами угла. Если не удается, он оставляет перемычки на исходном месте.

Объед. перемычки соседних кривых. Параметр удаляет у соседних контуров влияющие на этот контур перемычки.

5.2.4.10 Рабочее задание для гравировальной операции и операции выборки области



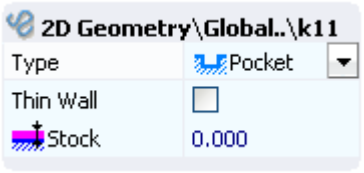
Для <Гравировальной операции(see page 848)> и операции <Выборка области(see page 852)> рабочее задание(see page 499) указывается кривыми, но в отличие от операций обработки кривой, из заданных кривых формируется обрабатываемая модель. Обрабатываемая модель представляет собой плоскую область. Задачей технолога является формирование области с использованием имеющихся кривых. Каждая кривая является границей детали. Тип элемента определяет с какой стороны от кривой производится обработка.

Типы элементов:

- <Выступ> – указывает замкнутую область, которая не будет подлежать выборке;
- <Впадина> – указывает замкнутую область, которая будет подлежать выборке;
- <Инвертирующая область> – указывает замкнутую область, внутри которой правила выборки будут изменены на противоположные, т.е. выбираемые участки станут невыбираемыми и наоборот;
- <Гребень> – указывает кривую, вдоль которой не будет произведена выборка;
- <Канавка> – указывает кривую, вдоль которой будет произведена выборка;
- <Инвертирующая кривая> – указывает кривую, вдоль которой не будет произведена выборка, если она идет в зоне обработки и наоборот.

В качестве <Выступа>, <Впадины> и <Инвертирующей области> могут выступать только замкнутые кривые. Если среди выбранных кривых имеется разомкнутая, то эти типы недоступны. Если замкнутая кривая состоит из нескольких фрагментов, то ее необходимо объединить в одну, ей может быть любая кривая, как замкнутая, так и разомкнутая. Для задания ее толщины используется дополнительный припуск.

После добавления кривой, при наведении на неё курсора в графическом окне и нажатия правой кнопки мыши, рядом с кривой появляется окно свойств кривой, показанное на рисунке ниже.

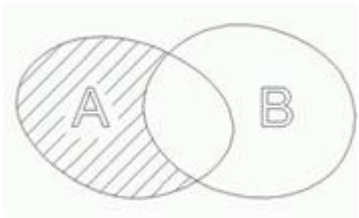
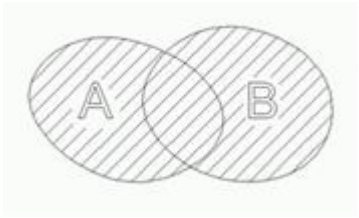
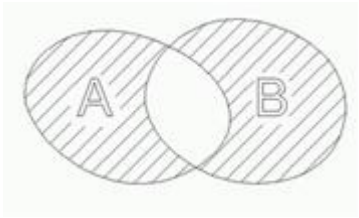
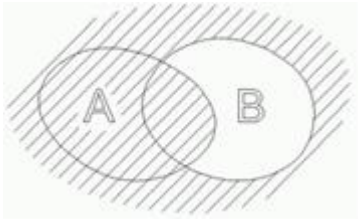


Окно предназначено для просмотра и изменения свойств элемента рабочего задания(see page 499) без использования окна рабочего задания операции. Это удобно при наличии большого количества кривых в рабочем задании операции, когда поиск по списку элементов затруднён.

Формирование области производится путем последовательного выполнения булевых операций над заданными кривыми. При этом важен порядок следования кривых в списке. Первый объект списка определяет статус пространства, не ограниченного какими-либо кривыми. В том случае, если первый объект является впадиной или канавкой, то все пространство не ограниченное какими-либо кривыми, считается занятым деталью, в противном случае в нем может производиться выборка. Все последующие объекты модифицируют область детали в том порядке, в котором они указаны. Если объект является выступом или гребнем, он добавляется к области занимаемой деталью, Если объект является впадиной или канавкой, он вычитается из области, занимаемой деталью. Если объект является инвертирующей областью или кривой, он меняет статус того пространства, которое накрывает, на противоположное. В том случае, если элементом списка является группа, состоящая из нескольких кривых, из нее формируется область, путем инверсного добавления каждой кривой, полученная область модифицирует результат, согласно указанному типу. Поверхности, сетки и точки, входящие в группу, игнорируются.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

На рисунках изображены результаты формирования области с помощью двух кривых. Зона существования детали заштрихована.

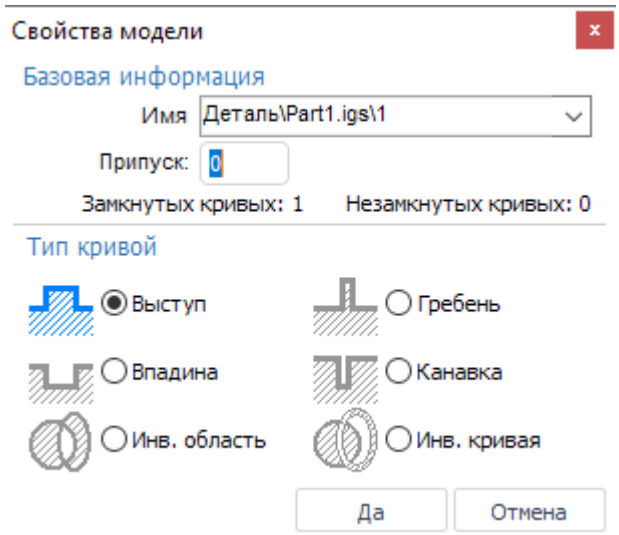
Содержание списка	Результирующая область
A – выступ B – впадина	
A – выступ B – выступ	
A – выступ B – инвертирующая область	
B – впадина A – выступ	

Следует отметить первый и последний случаи. В обоих случаях кривая A является выступом, а кривая B впадиной. В первом случае, габариты детали задаются кривой A, с последующим вычитанием пространства, ограниченного кривой B. В последнем случае, кривая B задает зону где может производиться выборка, с последующим добавлением к бесконечной площади детали пространства, ограниченного кривой A.

Смена последовательности геометрических объектов в списке производится перетаскиванием мышью. Формируемая область динамически отображается в графическом окне. Для выключения такого режима снимите флажок в поле <Обрабатывать>.

Для изменения свойств элементов рабочего задания можно воспользоваться окном свойств элемента рабочего задания, которое можно открыть двойным щелчком на

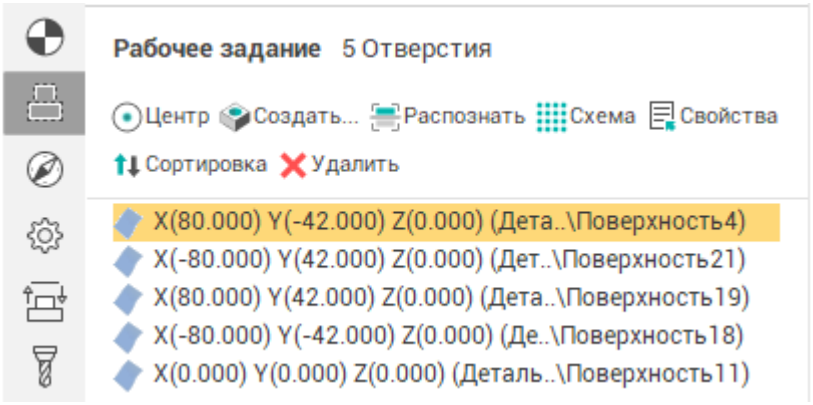
выбранном элементе. Или воспользоваться контекстным меню, показанным на рисунке выше (пункт <Свойства>). Внешний вид окна свойств элемента рабочего задания представлен ниже.



Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.2.4.11 Рабочее задание для операции обработки отверстий



- Центр — Создать отверстие объектом типа «Точка»
- Создать... — Создать отверстие вводом координат
- Распознать — Распознать отверстия в модели детали
- Схема — Создать группу отверстий по схеме
- Свойства — Параметры выбранных отверстий
- Удалить — Удалить выбранные элементы

В операции обработки отверстий(see page 791) список отверстий определяет количество, последовательность, и параметры обрабатываемых отверстий. Порядок следования объектов в списке определяет порядок обработки при отключенной в окне параметров оптимизации. Смена последовательности производится перетаскиванием операций мышью.

Каждое отверстие характеризуется координатами центра, диаметром, а также значениями верхнего и нижнего уровней. Если центр задается координатами, то отверстие помечается иконкой . Если центр отверстия определяется объектом типа точка, то строка

© 2025 ООО СПРУТ Технология

помечается иконкой . Вне зависимости от способа задания центра, глубина отверстия задается непосредственно в окне < Параметры отверстий >. Для задания верхнего и нижнего уровней, необходимо выбрать в правом списке желаемые точки и заполнить поля < Zмакс. > и < Zмин. >.

Примечание: *В операции <**Обработка отверстия 5D** > для каждой точки центра отверстия может быть задано направление сверления в окне рабочего задания для параметров отверстия в поле <**Инвертировать** > или в графическом окне путем выбора мышкой вектора нормали из центра выбранного отверстия в операции.*

- < Zмакс. > – определяет координату Z переключения на рабочую подачу. Координата может быть задана явно или рассчитываться автоматически. При автоматическом расчете, переключение на рабочую подачу происходит на безопасном расстоянии до заготовки.
- < Zмин. > – определяет координату Z нижней точки отверстия. Координата может быть задана явно или рассчитываться автоматически. При автоматическом расчете, координата определяется по условию касания обрабатываемой модели.

Дополнительно к параметру < ZMin >, в операции для каждого отверстия может быть определен параметр < Учет фасонной части > сверла, который может принимать значения:

- < Выкл > – кончик сверла опускается на глубину < ZMin >.
- < Конец сверла > – кончик сверла опускается ниже глубины < ZMin > на величину высоты конусной части сверла, таким образом обеспечивая цилиндрический участок сверления до глубины < ZMin >.
- < Глубина > – кончик сверла опускается ниже глубины < ZMin > на величину задаваемую в поле значения глубины.

Список отверстий может быть экспортирован из операции в файл формата DXF путем выбора точек в списке и выбором пункта < Экспортировать выделенное в DXF > в контекстном меню.

Также возможно упорядочивание точек по различным параметрам, путем нажатия на кнопку рабочего задания <**Сортировка**>.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Задание отверстий путем ввода координат(see page 548)

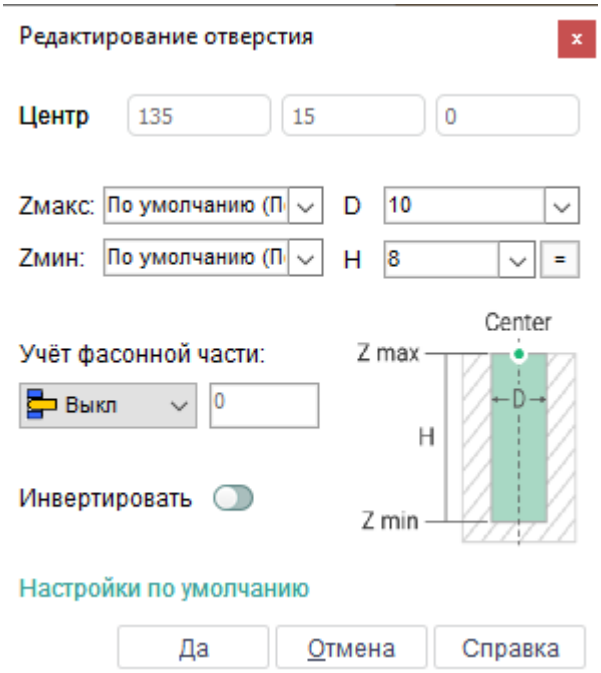
Задание отверстий геометрическим объектом типа <Точка>(see page 550)

Автоматическое распознавание отверстий(see page 551)

Задание шаблона отверстий(see page 552)

Задание отверстий путем ввода координат

Открываемое окно предназначено для задания параметров новых или существующих отверстий. Для редактирования параметров существующего отверстия окно открывается двойным щелчком мыши на редактируемом отверстии.



Для создания отверстия следует задать значения его параметров (положение, диаметр, глубину) и нажать кнопку < Да >. Созданное отверстие будет автоматически добавлено в список.

В процессе изменения параметров редактируемое отверстие отображается в графическом окне.

<**Zмакс**> - верхний уровень:

- <**По заготовке**> - верхний уровень определяется как наивысшая на пути движения инструмента координата расположения кромки заготовки;
- <**По элементу**> - верхний уровень определяется как наивысшая по пути движения инструмента координата геометрического элемента, выбранного в качестве **Рабочего задания**;
- <По умолчанию> – в скобочках отображается значение по умолчанию, выбранное в окне <**Настройки по умолчанию**>;
- <Вручную> – пользователь задает значение вручную.

<**Zмин**> - нижний уровень:

- <**По элементу**> - нижний уровень определяется как наиболее удаленная по пути движения инструмента координата геометрического элемента, выбранного в качестве **Рабочего задания**;
- <**По модели**> - нижний уровень определяется как наиболее удаленная по пути движения инструмента координата расположения отверстия на детали;
- <По умолчанию> – в скобочках отображается значение по умолчанию, выбранное в окне <**Настройки по умолчанию**>;
- <Вручную> – пользователь задает значение вручную.

< Учет фасонной части > позволяет указать каким образом задана глубина отверстия.

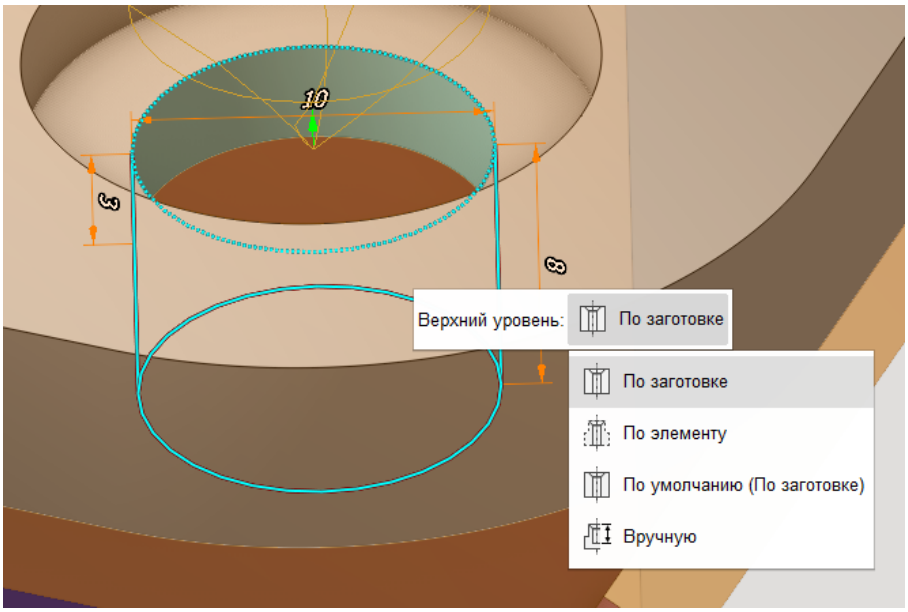
- < Выключено > – последняя точка траектории совпадает и настроечной точкой сверла;
- < Конец сверла > – последняя точка траектории совпадает с кончиком сверла;

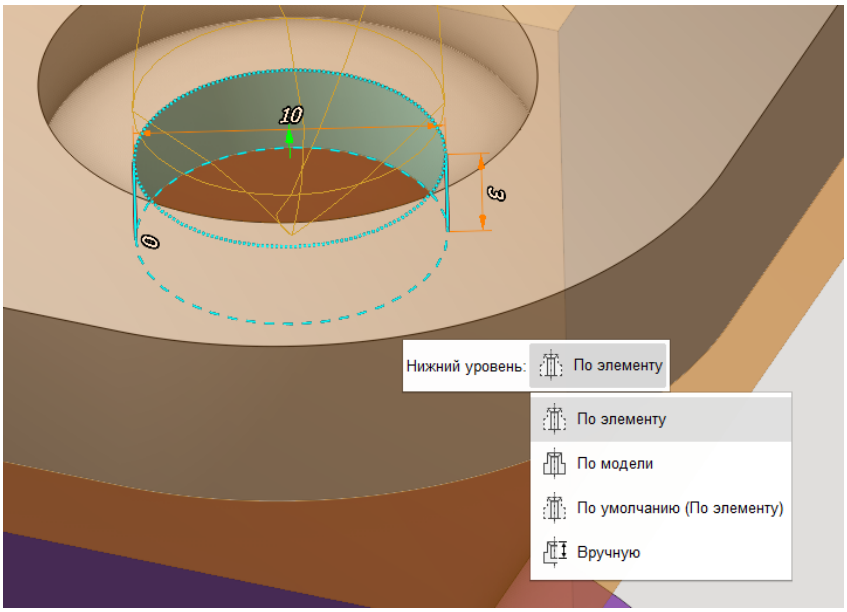
© 2025 ООО СПРУТ Технология

- < Глубина > – инструмент ведет себя так же как и при установке < Выключено >, но опускается глубже от неё на указанную величину;
- < Авто > – глубина отверстия определяется программно, исходя их того глухое отверстие или нет.

Кнопка <**Настройки по умолчанию**> позволяет открыть окно, чтобы задать значения по умолчанию для <**Zмакс**> и <**Zмин**>. Эти параметры применяются ко всей системы, а не только к текущему проекту.

Также можно задать режим для <**Zмакс**> и <**Zмин**> в графическом окне. Нажмите на верхний или нижний уровень отверстия и появится меню. Каждый режим отображается по-разному:





Сопутствующие ссылки:

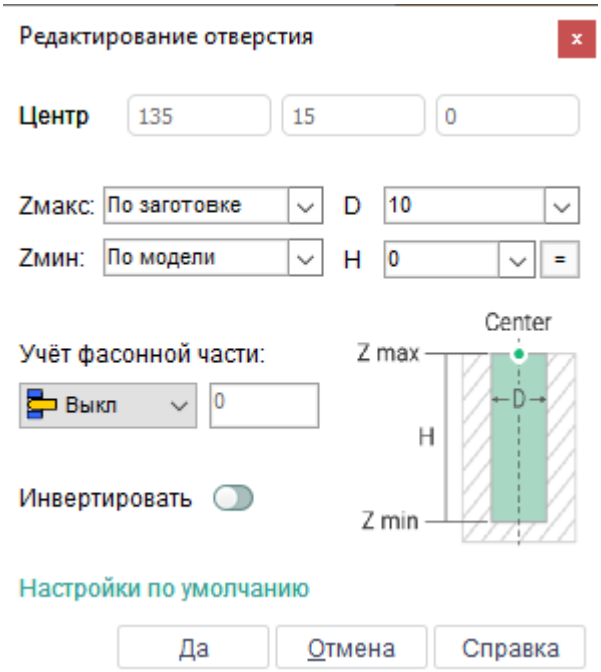
Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

Задание отверстий геометрическим объектом типа <Точка>

В список отверстий могут быть занесены ссылки на геометрические объекты типа точка и на группы геометрических объектов. Если группа содержит объекты других типов, они

игнорируются. Добавление ссылок на выбранные точки производится кнопкой «центр» Каждая точка определяет координаты X и Y центра отверстия.

Примечание: Для задания центров отверстия также могут выбираться "цилиндрические" поверхности в модели детали.



Сопутствующие ссылки:

Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

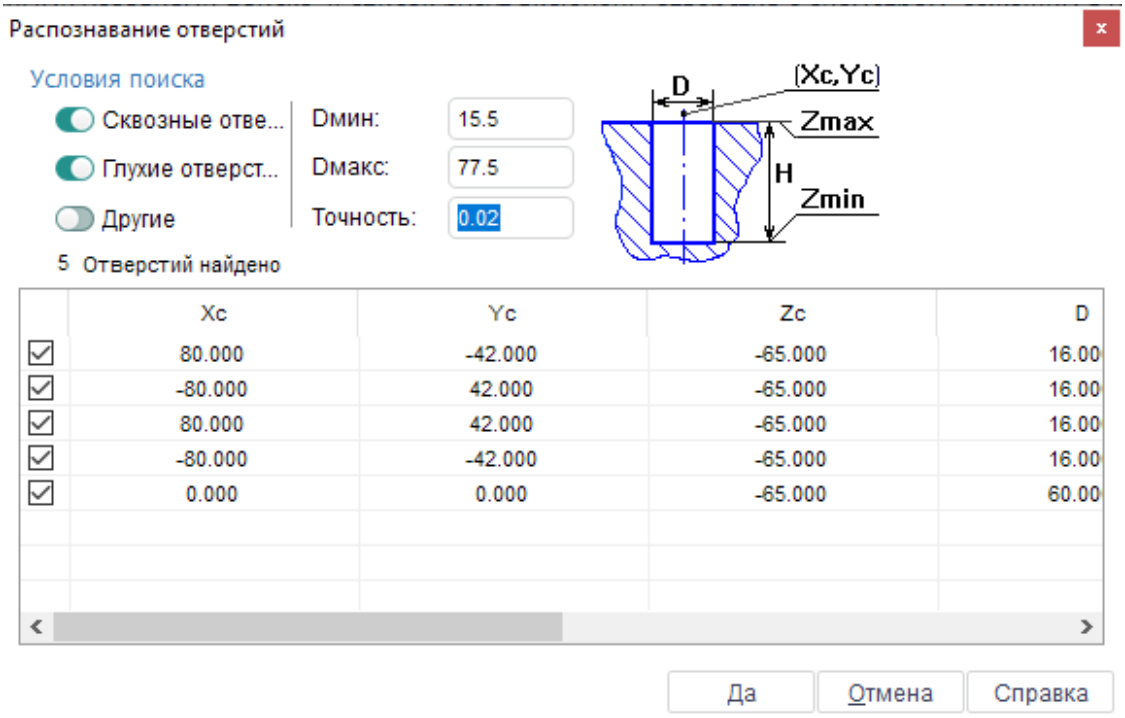
Автоматическое распознавание отверстий

Поиск отверстий производится в детали(see page 730) операции. При нахождении отверстия оно автоматически добавляется в список отверстий.

Распознавание отверстий производится в соответствии с заданными условиями поиска. В список будут включены отверстия с диаметром, лежащим в указанном диапазоне. Все отверстия делятся на три типа.

- < Сквозные > – отверстия, проходящие деталь насквозь, или с дном, расположенным ниже, чем нижний уровень обработки операции.
- < Глухие > – отверстия, заканчивающиеся в теле детали между верхним и нижним уровнями операции.
- < Прочие > – отверстия, для которых однозначно могут быть определены только координаты центра, а диаметр и глубина отверстия – нет. К таким отверстиям относятся отверстия с переменным диаметром, например, с фаской.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Параметры найденных отверстий могут быть отредактированы. В процессе изменения параметров редактируемых отверстий, они отображаются в графическом окне. Сортировка отверстий в списке по одному из параметров осуществляется нажатием на заголовок соответствующего столбца.

При нажатии на кнопку < Да > все отверстия помеченные флажком будут добавлены в список отверстий. Включение (выключение) всех отверстий осуществляется нажатием на заголовок первого столбца.

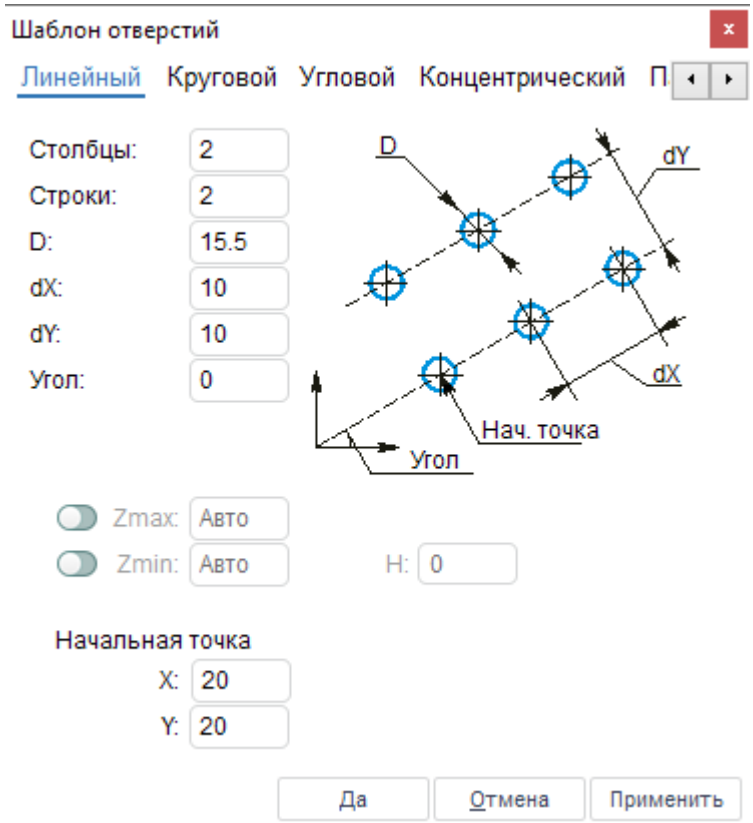
Сопутствующие ссылки:

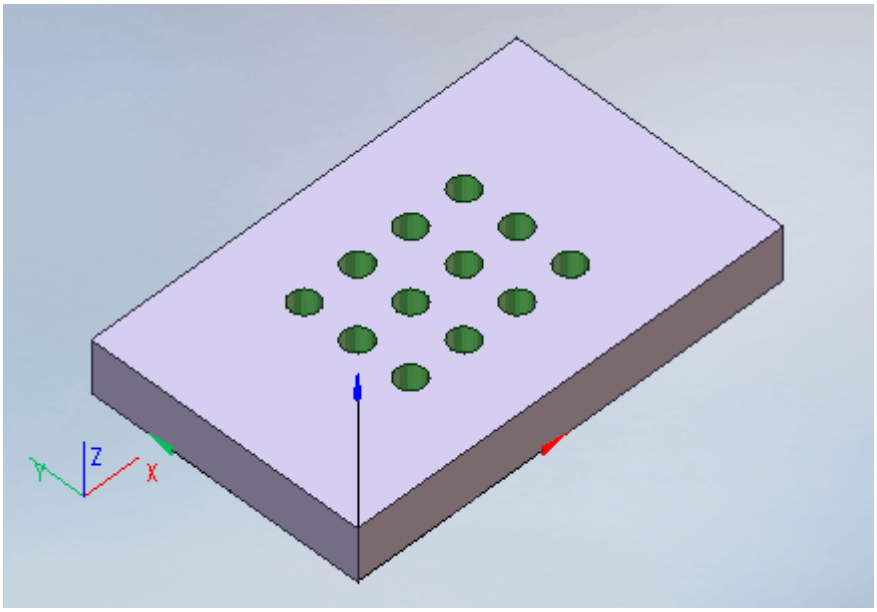
Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

Задание шаблона отверстий

В системе присутствуют следующие виды шаблонов: <Линейный>, <Круговой>, <Угловой>, <Концентрический>, <Параллелограмм>.

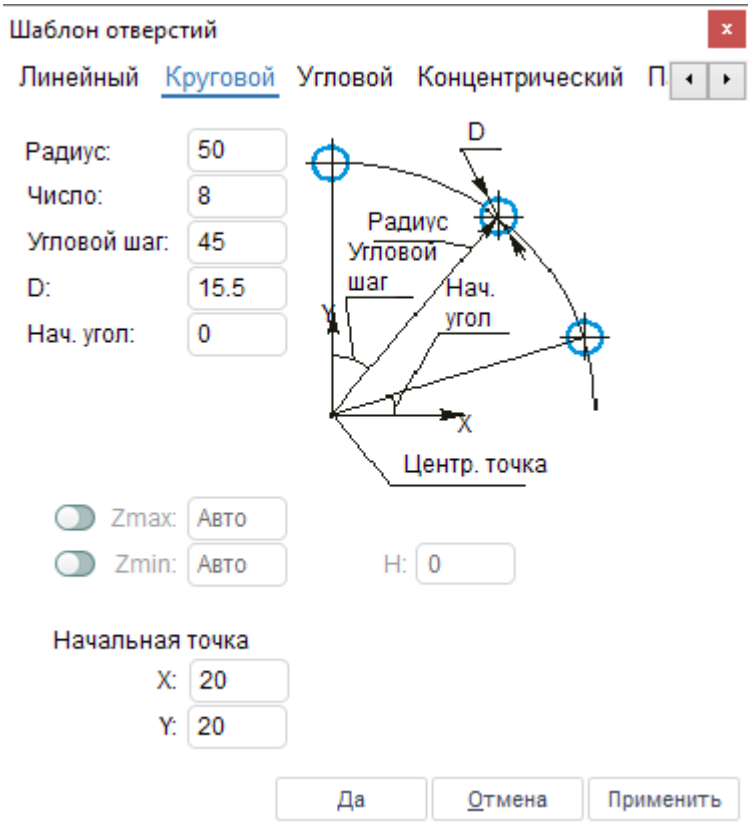
- На странице <**Линейный**> производится задание шаблона в виде прямоугольной сетки:

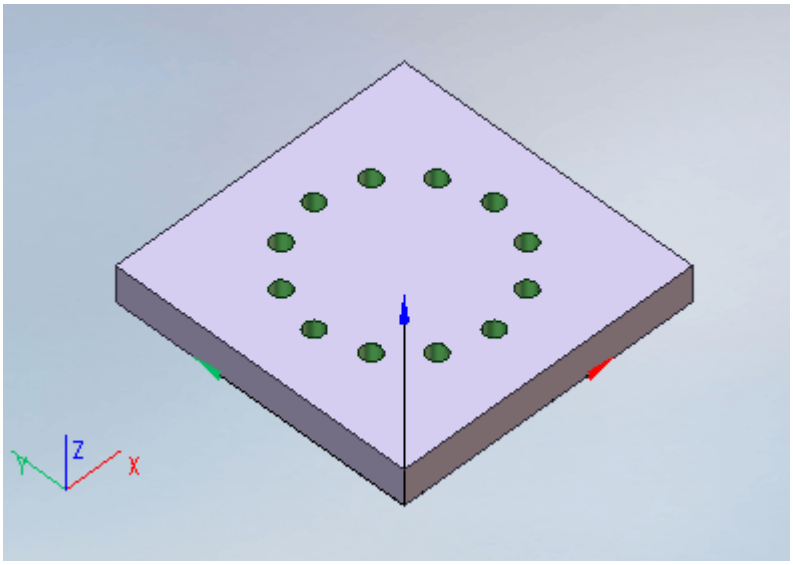




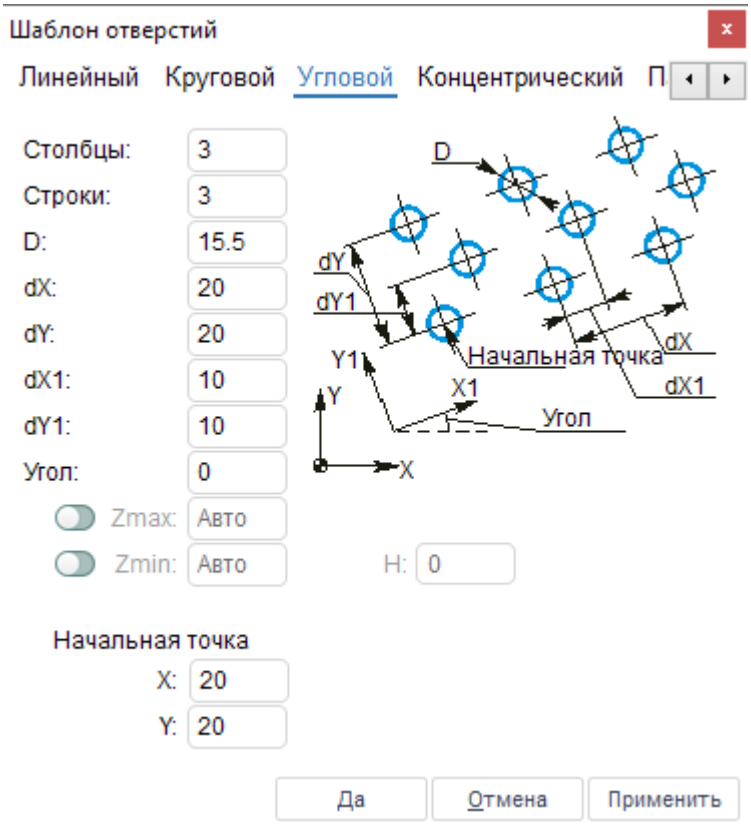
- На странице <Круговой> производится задание шаблона в виде окружности:

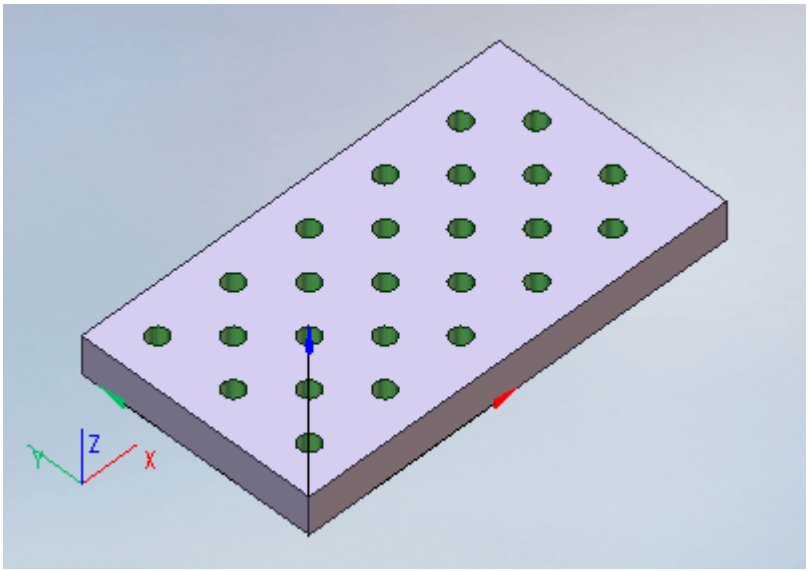
© 2025 ООО СПРУТ Технология





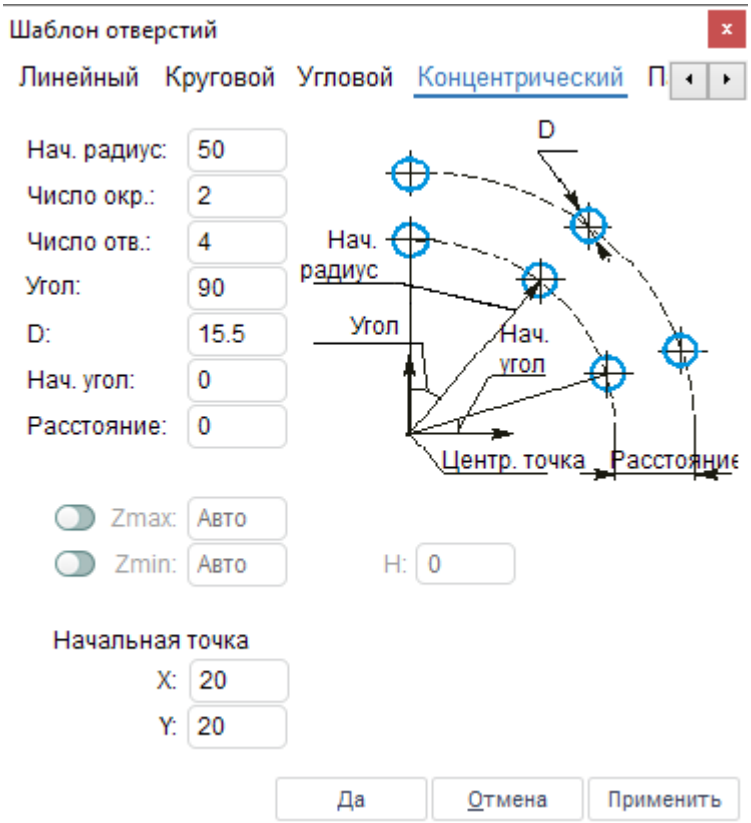
- На странице <Угловой> производится задание шаблона в виде сетки:

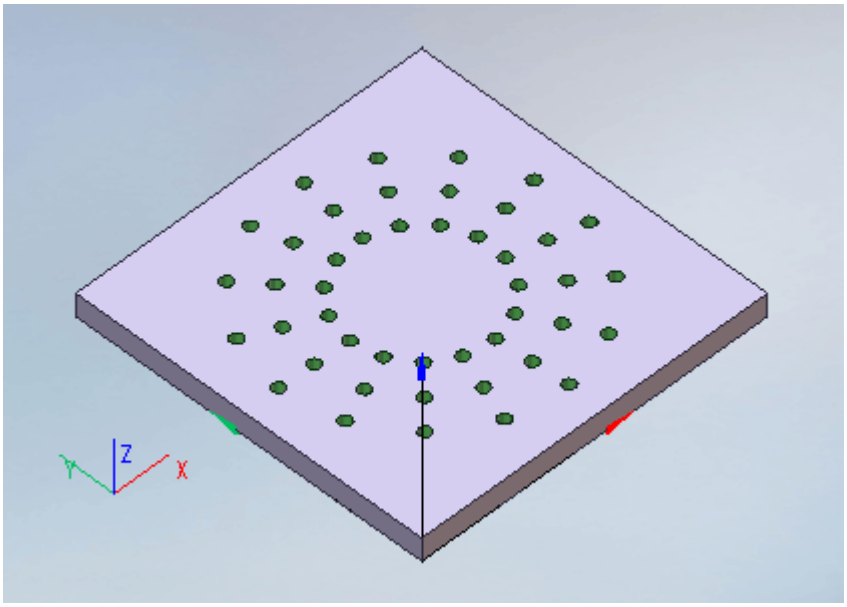




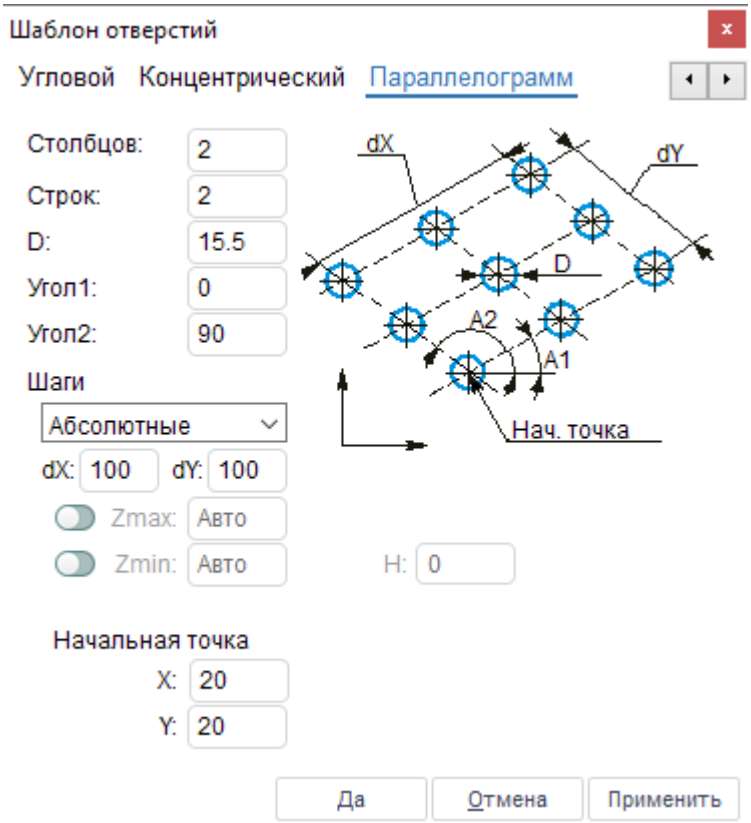
- На странице <Концентрический> производится задание шаблона в виде концентрических окружностей:

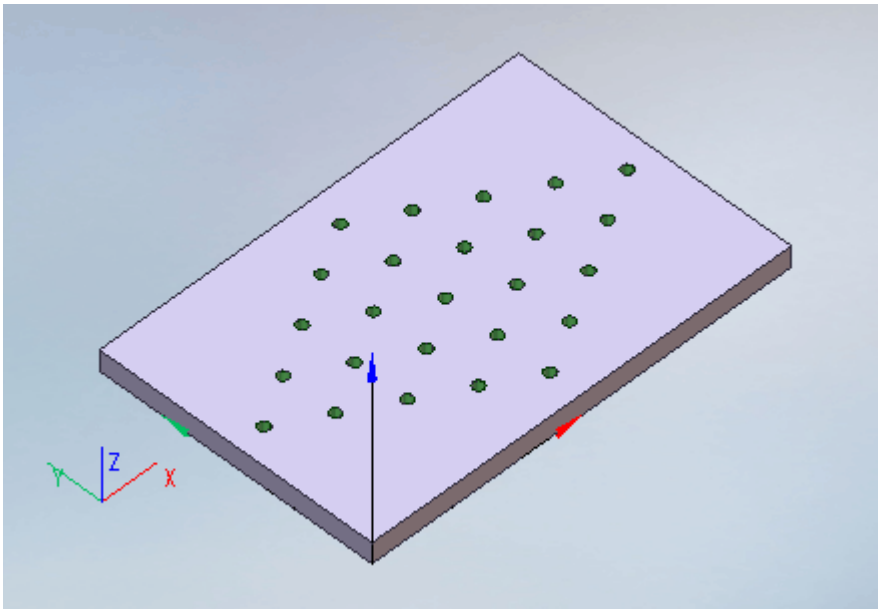
© 2025 ООО СПРУТ Технология





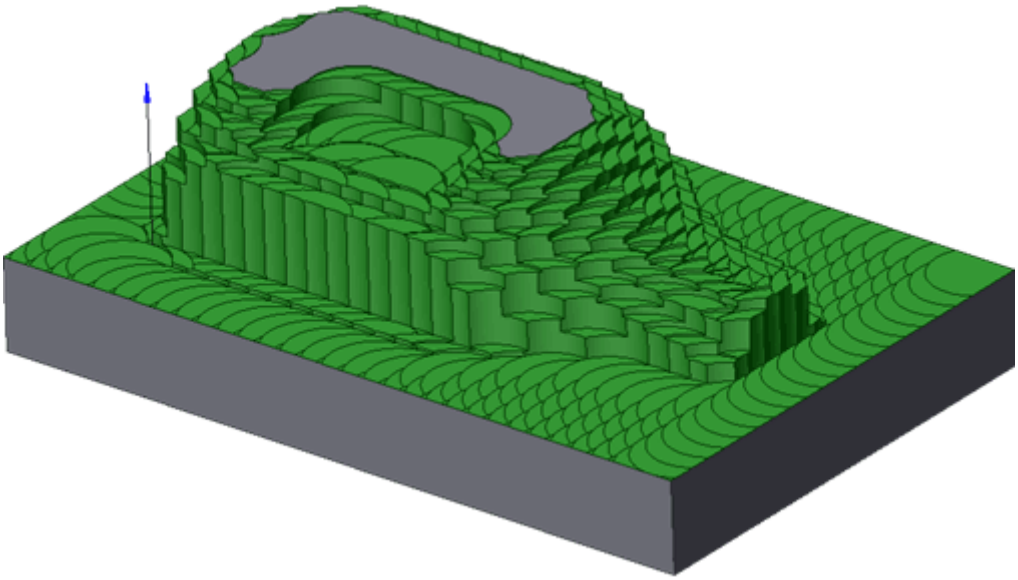
- На странице <Параллелограмм> производится задание шаблона в виде параллелограмма:





Использование шаблонов совместно с автоматическим определением уровней отверстия позволяет реализовать схему черновой обработки осевым врезанием.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



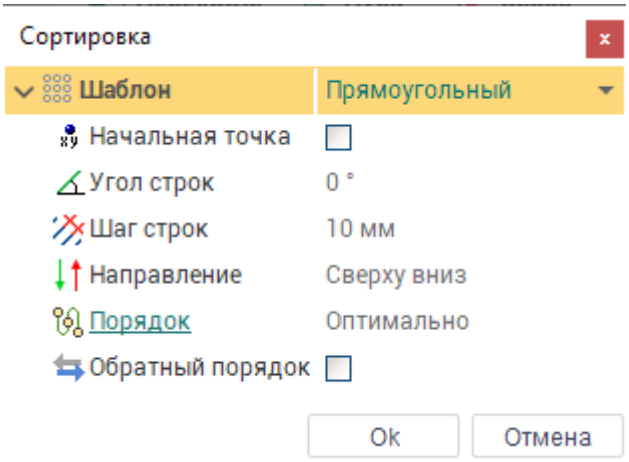
Сопутствующие ссылки:

Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

Сортировка отверстий

Окно сортировки отверстий позволяет выбрать один из типов сортировки используя некоторые параметры, чтобы отсортировать список отверстий.

Система имеет четыре шаблона сортировки: <**Прямоугольный**>, <**Круговой (кольца)**>, <**Круговой (секторы)**>, <**Оптимально**>.



Шаблон <**Прямоугольный**> позволяет сортировать отверстия вдоль строк расположенных по XY. Данный тип сортировки имеет следующие параметры:

- Начальная точка — начальная позиция расчёта строк
- Угол строк — угол для поворота строк
- Шаг строк — расстояние между строками
- Направление — направление для расчёта траектории сверления отверстий (Доступные значения: <**Сверху вниз**>, <**Снизу вверх**>)
- Порядок — порядок движения между строками (Доступные значения: <**В одном направлении**>, <**Зигзагом**>, <**Оптимально**>)
- Обратный порядок — изменение порядка в обратную сторону

Если у параметра <**Начальная точка**> не установлен флаг, тогда система выберет первое отверстие траектории сверления.

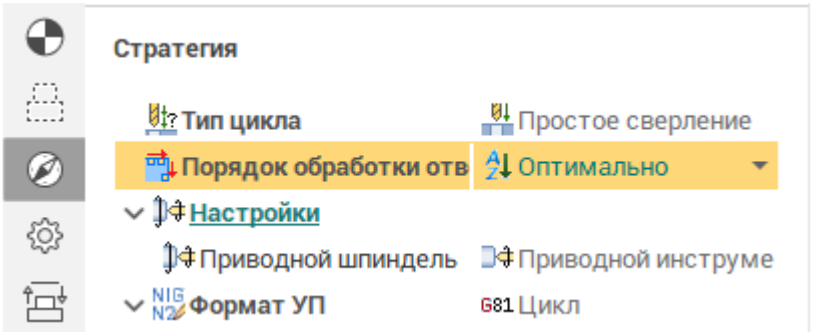
Шаблон <**Круговой (кольца**)> позволяет сортировать отверстия вдоль колец расположенных от указанного центра. Данный тип сортировки имеет следующие параметры:

- Центр. точка — центр расчёта колец
- Начальный угол — угол установки стартовой позиции
- Начальный радиус — расстояние между центром и первым кольцом
- Шаг — расстояние между кольцами
- Направление — направление для расчёта траектории сверления отверстий (Доступные значения: <**По часовой стрелке**>, <**Против часовой стрелки**>)
- Радиальный порядок — направление для расчёта траектории сверления отверстий (Доступные значения: <**Снаружи внутрь**>, <**Изнутри наружу**>)
- Порядок — порядок движения между кольцами (Доступные значения: <**В одном направлении**>, <**Зигзагом**>, <**Оптимально**>)

Шаблон <**Круговой (секторы)**> позволяет сортировать отверстия используя сектора окружности. Данный тип сортировки имеет следующие параметры:

- Центр. точка — центр расчёта секторов
- Начальный угол — угол установки стартовой позиции
- Шаг — расстояние между секторами (Имеется два режима ввода значения: <**Количество**> и <**Угол**>)
- Направление — направление для расчёта траектории сверления отверстий (Доступные значения: <**По часовой стрелке**>, <**Против часовой стрелки**>)
- Радиальный порядок — направление для расчёта траектории сверления отверстий (Доступные значения: <**Снаружи внутрь**>, <**Изнутри наружу**>)
- Порядок — порядок движения между секторами (Доступные значения: <**В одном направлении**>, <**Зигзагом**>, <**Оптимально**>)

Шаблон **<Оптимально>** соответствует выбранному режиму <**Оптимально**> во вкладке <**Стратегия**> за исключением настраиваемых параметров.



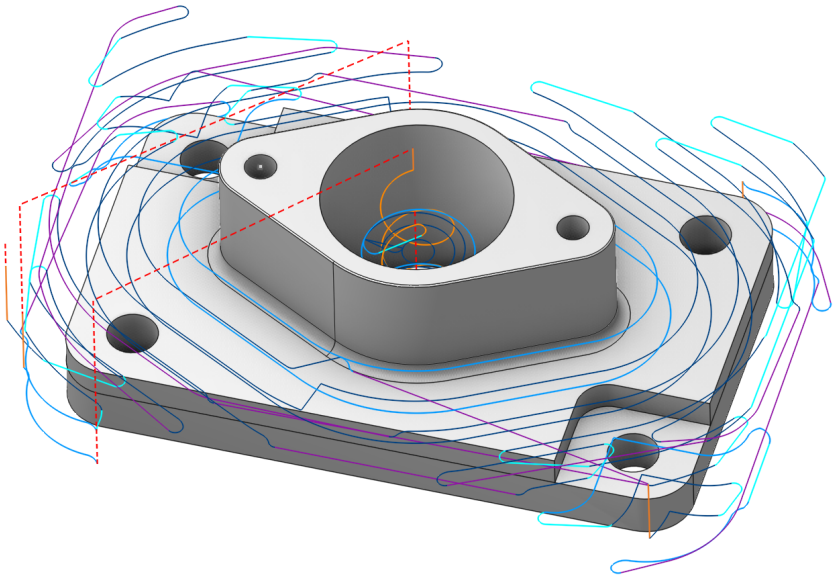
Данный тип сортировки имеет следующие параметры:

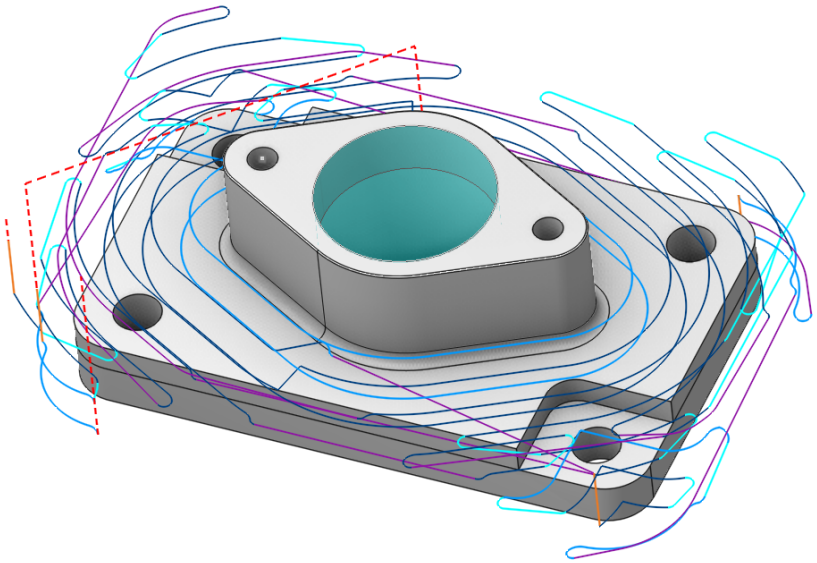
- Начальная точка — начальное отверстие для расчёта оптимальной траектории сверления
- Обратный порядок — изменение направления траектории сверления в обратную сторону

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Если у параметра <**Начальная точка**> не установлен флаг, тогда система выберет первое отверстие траектории сверления.

5.2.4.12 Ограничения

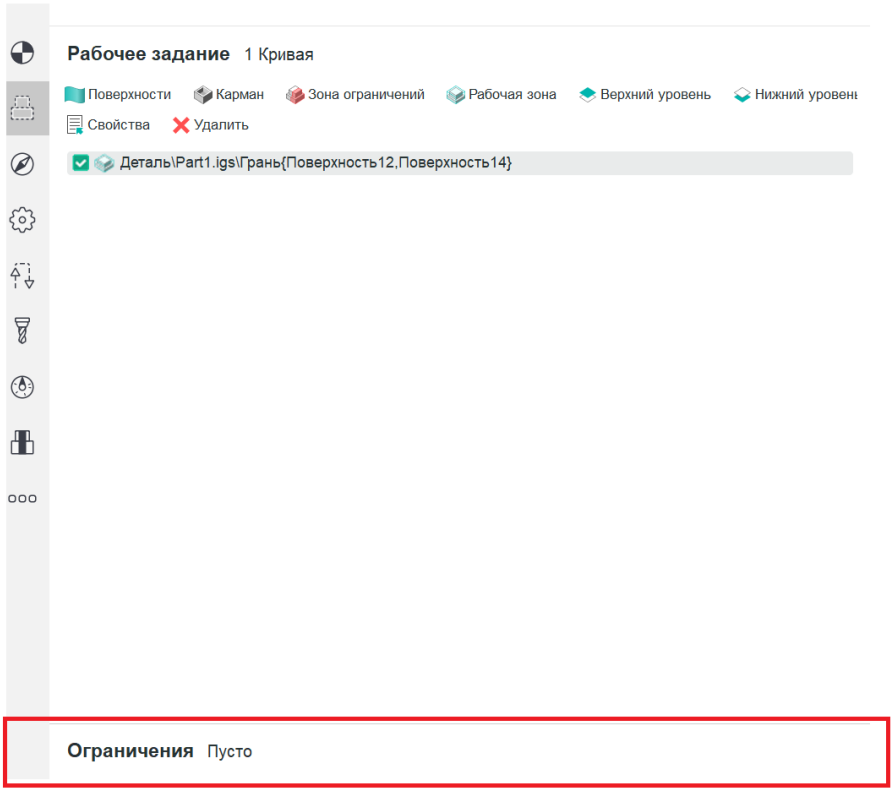




Область применения:

Это позволяет ограничить области, которые не должны подвергаться обработке. Отличительная особенность по сравнению с оснасткой (Узнать больше(see page 694)) заключается в том, что эти ограничения применяются в рамках одной операции, тогда как оснастка используются на всём этапе установа.

Этот элемент находится в нижней части **Рабочего задания**. Двойной щелчок по нему разворачивает это меню для более удобного определения геометрии. Повторный двойной щелчок сворачивает раздел.



Методы задания ограничений. Узнать больше(see page 429)

Видимость управляется путём включения и выключения видимости Рабочего задания.

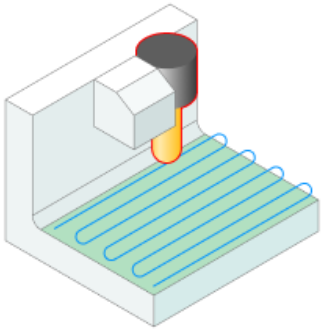
5.2.5 Параметры операции

5.2.5.1 **Область применения:**

На этой вкладке собраны основные параметры управления деталью, заготовкой, приспособлением и другими элементами, позволяющие изменять траекторию.

5.2.5.2 Избегать столкновений

© 2025 ООО СПРУТ Технология

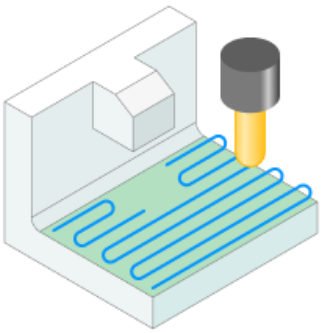


Область применения:

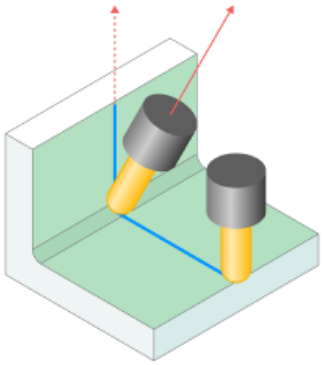
Используя функцию **Контроль столкновений оправки** эта опция проверяет участки траектории, где имеет место столкновение инструментальной оправки с деталью и изменяет эти участки в соответствии с выбранной стратегией.

Стратегии избегания столкновений.

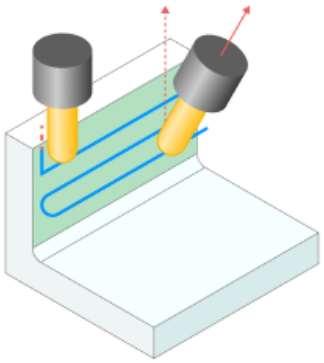
Обрезать траекторию. Участки со столкновениями исключаются из траектории.



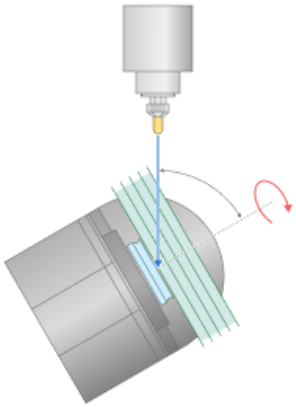
Отклоняться в плоскости перемещений. Инструмент отклоняется от столкновения во фронтальной плоскости.



Отклоняться в бок. Инструмент отклоняется от столкновения вбок.

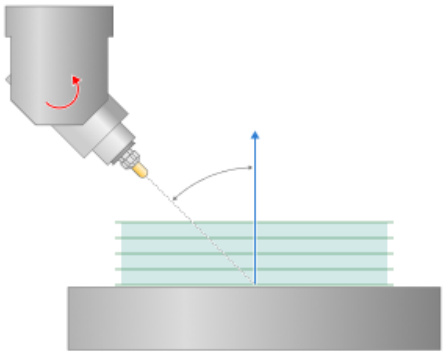


Отклонять вдоль Поворотной оси. Инструмент отклоняется от первоначальной ориентации на заданный угол отклонения в плоскости, образованной **Поворотной осью** и точкой контакта инструмента. **Работает только с 5-осевыми станками, имеющими поворотную ось вокруг оси вращения.** Например, поворотная ось на столе C.



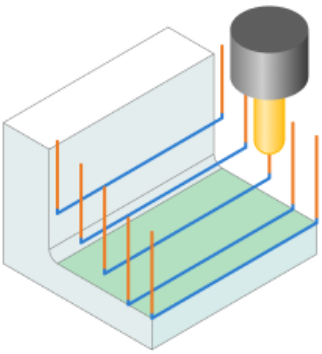
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Наклон вокруг оси вращения. Инструмент отклоняется от первоначальной ориентации на заданный угол отклонения в плоскости, перпендикулярной к **Поворотной оси**. Работает только со станками, не имеющими оси вращения вокруг оси вращения.



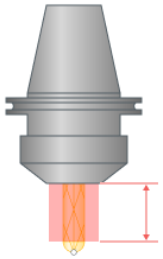
Сместить вдоль инструмента. Траектория смещается вдоль оси инструмента в пределах заданного расстояния, так, чтобы обеспечить отсутствие касания державки с заготовкой. В этой стратегии траектория остается непрерывной.

По умолчанию. Применяется стратегия, принятая в системе по умолчанию.

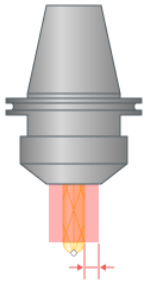


Параметры стратегий избегания столкновений.

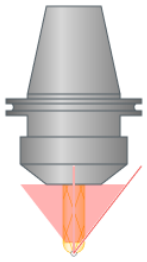
Рабочая длина. Задается значение длины режущей части инструмента вдоль своей оси (параметр LU согласно ISO 13399).



Радиальный зазор. Задается минимальное безопасное расстояние между нерабочей частью инструмента и заготовкой в направлении, перпендикулярном к оси инструмента.

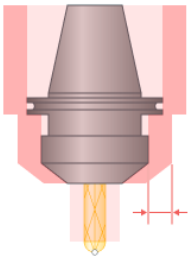


Угловой зазор. Зона безопасности вокруг инструмента представляет собой усеченный конус с радиусом при вершине равным радиусу инструмента с прибавкой **Радиального зазора** и с углом равным **Угловому зазору**.

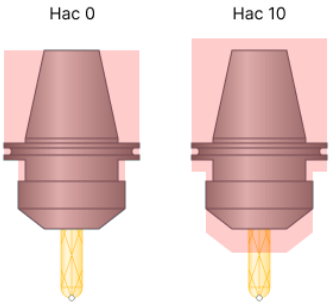


Радиальный зазор оправки. Задается минимальное безопасное расстояние между оправкой и заготовкой в направлении, перпендикулярном к оси инструмента.

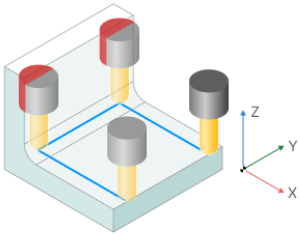
© 2025 ООО СПРУТ Технология

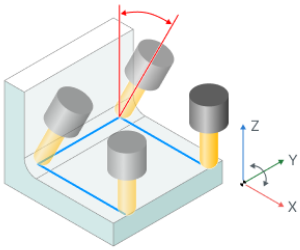


Осевой зазор оправки. Задается минимальное безопасное расстояние между оправкой и заготовкой в направлении оси инструмента. Нас - Осевой зазор оправки.

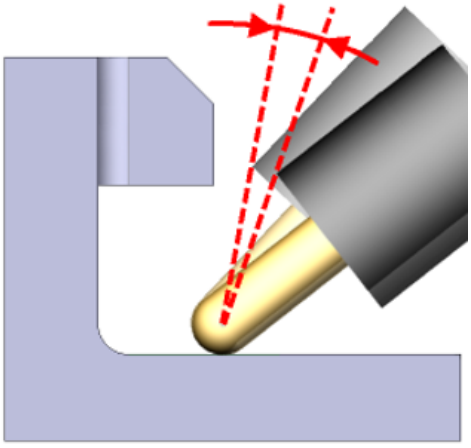


Фиксированное направление наклона . Фиксирует перемещение инструмента под выбранным углом (с учетом заданных зазоров в параметрах Контроля оправки) при приближении к препятствию относительно выбранной глобальной системы координат.



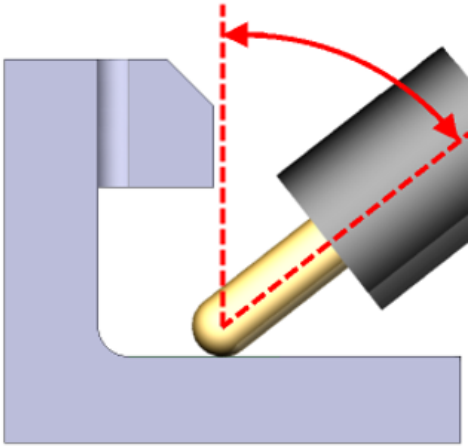


Дополнительный угол наклона. Дополнительный угол отклонения траектории от положения, заданного **Ориентацией инструмента** в стратегиях **Избегания столкновений**, связанных с наклонами, гарантирует безопасную траекторию без столкновений.

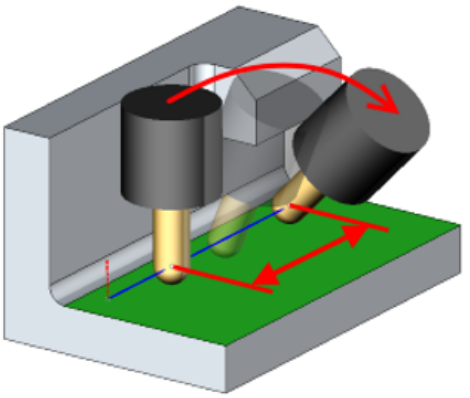


Наибольший угол наклона. Максимально допустимый **Дополнительный угол наклона**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

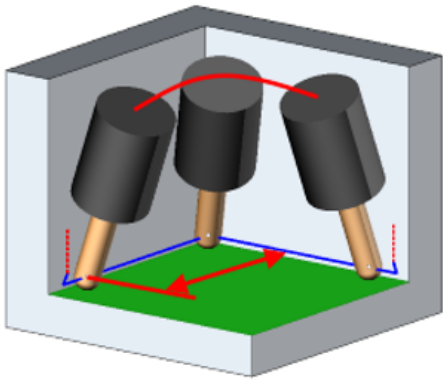


Коэффициент сглаживания. Чем больше значение коэффициента, тем плавнее изменяется наклон оси инструмента. 0 означает отсутствие сглаживания.



Расстояние сглаживания. Расстояние между двумя точками траектории, используемое для расчета текущего направления наклона инструмента. Используйте более высокие значения при обработке нестандартных форм, чтобы исключить ненужные колебания оси инструмента. При обработке внутренних углов используйте значения большие, чем радиус оправки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Минимальный зазор. Расстояние вдоль оси инструмента, на которое смещается траектория чтобы обеспечить отсутствие касания оправки и заготовки.

Максимальное расстояние. Наибольший допустимый **Минимальный зазор**.

Контроль шпинделя. Группа параметров, отвечающих за предотвращение столкновения заготовки со шпиндельным узлом станка.

Автоматически. В этом режиме расчет столкновений производится на основе 3D моделей кинематической схемы станка.

Вручную. В этом режиме система контролирует столкновения между заготовкой и зоной безопасности, состоящей из усеченного конуса и цилиндра. Конус формируется **Радиусом** при вершине, **Углом** и **Максимальным радиусом**. Цилиндр формируется **Максимальным радиусом**.

Радиальный зазор шпинделя. Задается минимальное безопасное расстояние между шпиндельным узлом и заготовкой в направлении перпендикулярном к оси инструмента.

Осевой зазор шпинделя. Задается минимальное безопасное расстояние между шпиндельным узлом и заготовкой в направлении оси инструмента.

Максимальный радиус. В **Автоматическом** режиме

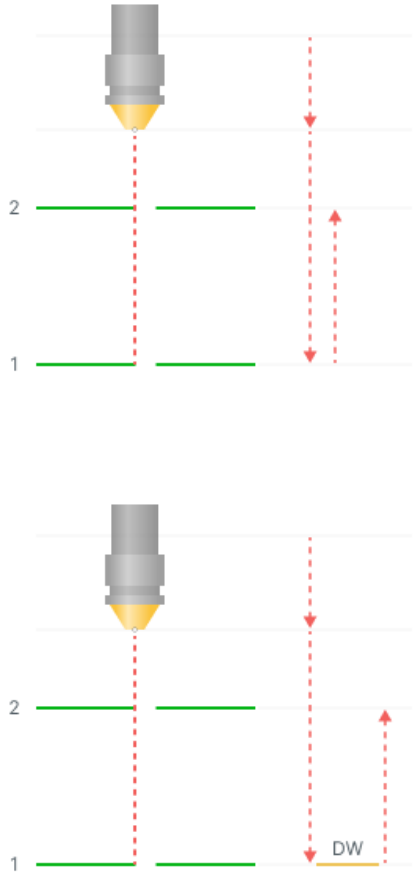
© 2025 ООО СПРУТ Технология

это радиус цилиндра, охватывающего прилегающие к шпинделю узлы (например, шпиндельную бабку), которые могут столкнуться с заготовкой в процессе обработки. В режиме **Вручную** это максимальный радиус зоны безопасности.

Радиус. Габаритный радиус шпиндельного узла.

Угол. Зона безопасности вокруг шпиндельного узла представляет собой усеченный конус с радиусом при вершине равным **Радиусу** с прибавкой **Радиального зазора шпинделя** и с углом равным **Углу.**

5.2.5.3 Минимальное время слоя

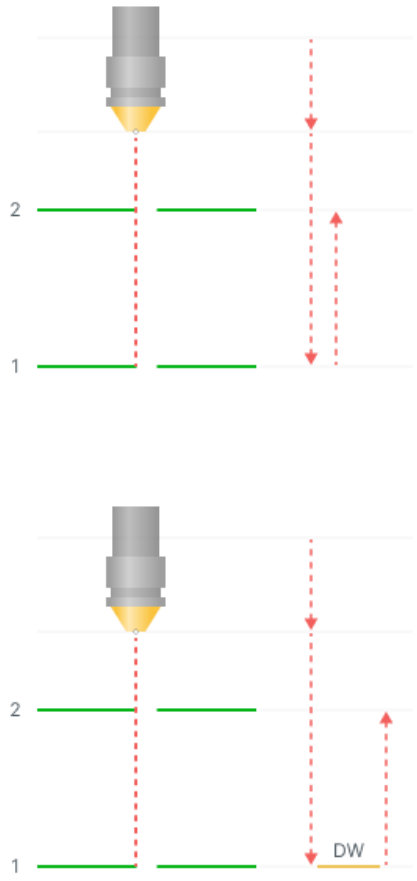


Описание:

Эта группа параметров позволяет задать минимально допустимое время для печати одного слоя. Если слой напечатается быстрее, то операция будет приостановлена, пока не будет достигнуто заданное время. Также доступно использование дополнительных параметров, таких как "Отвод экструдера" и "Минимальная подача".

> **Примечание**
> Данный параметр вы можете найти на странице "Параметры" в наших аддитивных операциях.

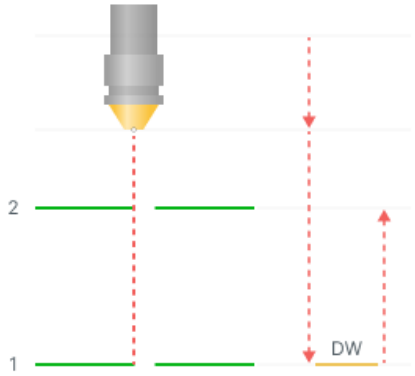
© 2025 ООО СПРУТ Технология

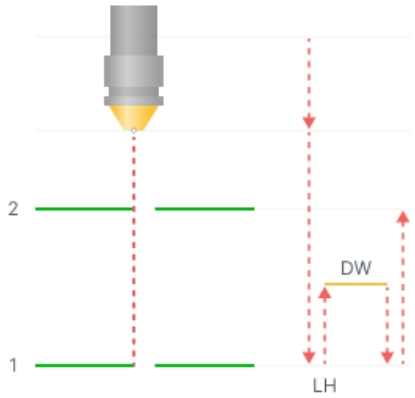


DW - Задержка

Отвод экструдера:

Этот параметр позволяет дополнительно отводить экструдер во время задержки на указанное расстояние. Отвод выполняется строго по нормали к последней точке печати.





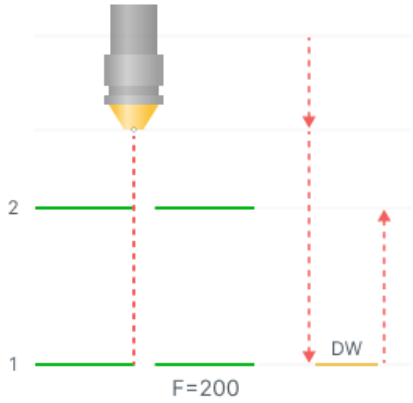
DW - Задержка

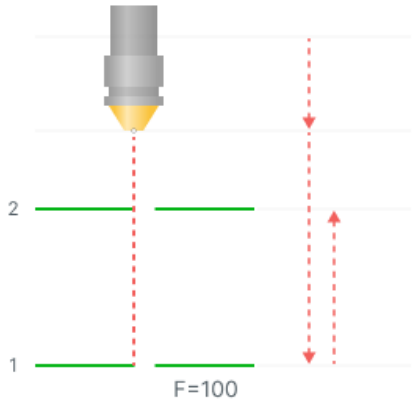
LH - Отвод экструдера

Минимальная подача:

Этот параметр позволяет уменьшать подачи с целью увеличения времени печати и с целью избежать вставки команды задержки. Значение параметра "Минимальная подача" задает нижний допустимый предел подачи. Если все подачи были уменьшены до этого минимума, но при этом время слоя все равно оказалось меньше минимального времени слоя, тогда все равно будет вставлена команда задержки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Пример

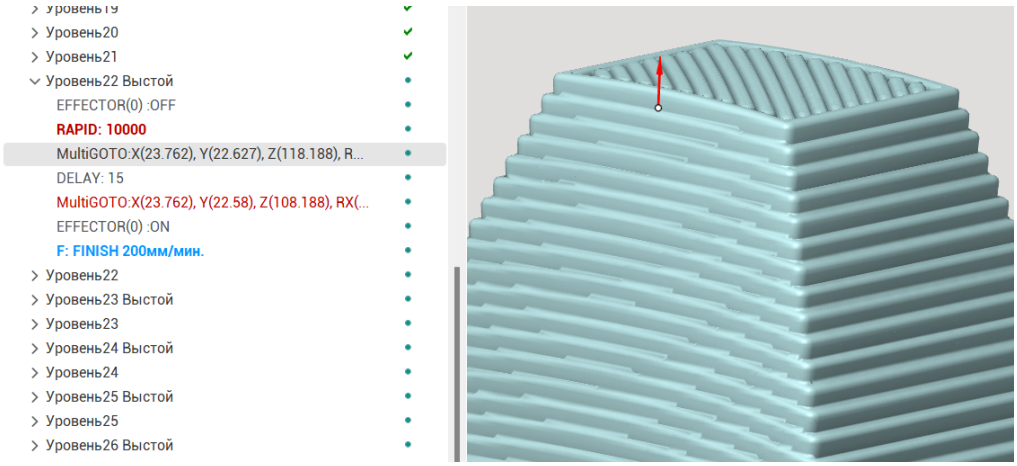
Допустим, наше минимальное время слоя - 100 секунд, текущее время слоя - 75 секунд с подачей 180 мм/мин (3 мм/сек). Если этот параметр выключен, то будет вставлена 25-секундная задержка. Однако, если этот параметр установлен как 100 мм/мин, тогда значение подачи будет уменьшено до 135 мм/мин (2.25 мм/сек). В итоге, время слоя станет 100 секунд и задержка вставлена не будет.

Примечание

Система не будет уменьшать "Ускоренную" подачу. А также не будет уменьшать "Подачу от безоп. поверхности", "Подачу к безоп. поверхности" и "Подачу на безоп. поверхности", если они заданы как "Ускоренная" подача.

Результат:

Результат работы этого параметра можно увидеть на странице "Симуляция". Команда задержки вместе с дополнительными командами будет объединена в отдельную группу в CLDATA и вставлена до печати следующего слоя.



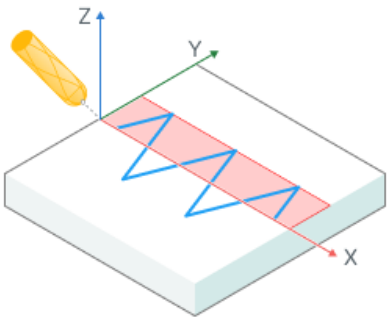
Внутри этой группы с добавленным именем "... Выстой" будет сначала вставлена команда выключения эффектора, команда отвода, затем команда DELAY, затем команда подвода и команда включения эффектора.

Команда DELAY содержит в себе значение времени в секундах, которое равняется разнице между минимальным временем слоя и текущим временем слоя. Таким образом, время задержки - это время, которое мы должны подождать, пока не будет достигнуто минимальное время слоя.

Примечание

Если параметр "Отвод экструдера" выключен, то команды подвода и отвода добавлены не будут.
Если задан параметр "Минимальная подача", то в этом дереве можно будет увидеть уменьшенные значения подач, а также в некоторых случаях задержка уже не понадобится.

5.2.5.4 Колебания



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Область применения:

Движение колебания сочетается с траекторией движения сварки. Колебания в шве могут использоваться, например, для преодоления допусков заготовок и зазоров между заготовками. Возможно вращение горелки относительно плоскости сварки (направление сварки). Также может использоваться для полировки.

Колебания.

Формат вывода УП.

Определяет, как выводится траектория.

Нажмите здесь для раскрытия...

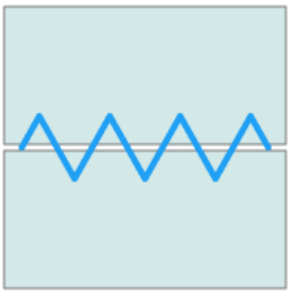
Развернутый. Траектория выводится с преобразованием в соответствии с параметрами.

Цикл. Траектория выводится в виде линий из **Рабочего задания**. В начале каждого участка выводится команда начала цикла, а в конце — команда окончания цикла. Для того, чтобы это работало, необходимо зарегистрировать соответствующие команды в постпроцессоре.

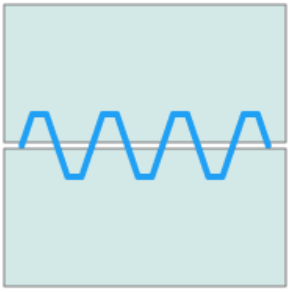
Шаблон. Шаблон определяющий тип колебания.

Нажмите здесь для раскрытия...

Треугольник. Отклонение сварочной горелки в одном направлении в виде треугольника.

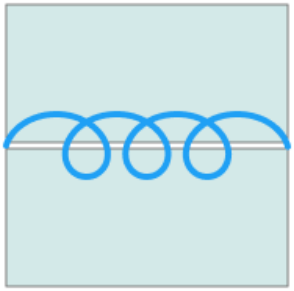


Трапеция. Отклонение сварочной горелки в одном направлении с двухчастотным режимом.

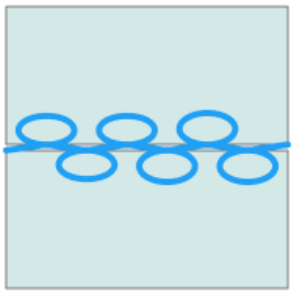


Асимметричная трапеция. Работает с циклами робота.

Спираль. Отклонение сварочной горелки в двух направлениях (амплитуда = длина плетения/2).



Двойная 8. Колебания восьмеркой.



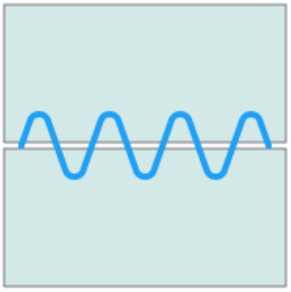
По шву. Работает с циклами робота.

Нижний край. Работает с циклами робота.

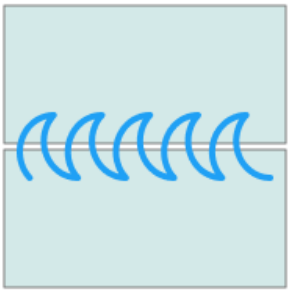
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Верхний край. Работает с циклами робота.

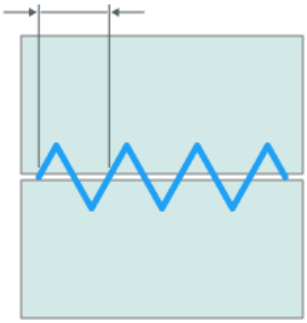
Извилистый. Создает на детали криволинейную зигзагообразную траекторию (с дугами).



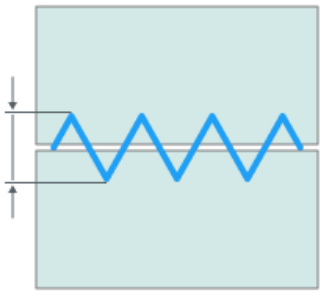
Полумесяц. Создает шаблон в форме полумесяца.



Длина колебания. Шаг колебания



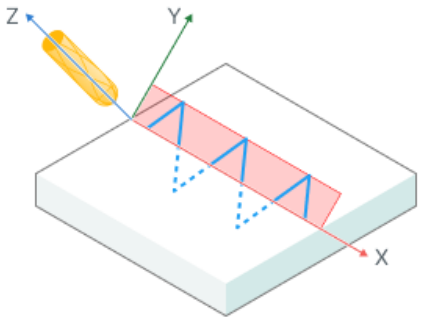
Амплитуда. Максимальное смещение точки на волне от положения равновесия.



Плоскость колебания. Плоскость, в которой определяется колебания.

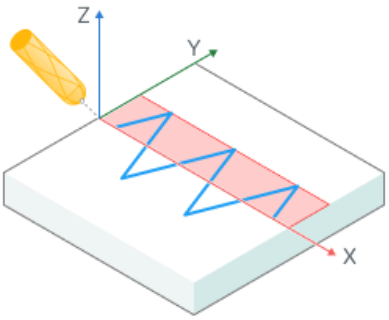
Нажмите здесь для раскрытия...

Ось инструмента. Вектор нормали плоскости соответствует вектору инструмента.

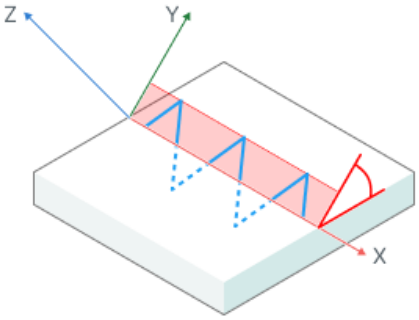


Нормаль к поверхности. Вектор нормали плоскости соответствует вектору поверхности**. Не работает с 5d кривая.**

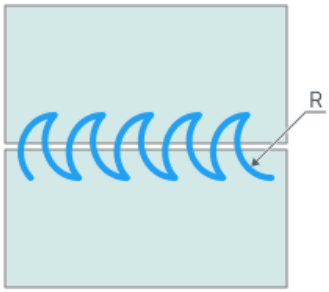
© 2025 ООО СПРУТ Технология



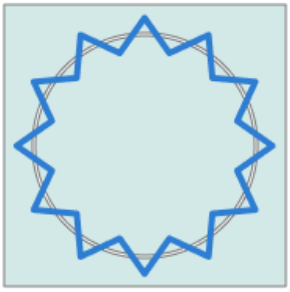
Угол наклона плоскости. Определяет дополнительный угол поворота плоскости.



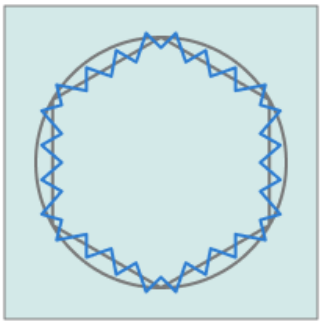
Радиус. Радиус для полумесяца.



Проекция на кривую. Если включено: Следует всем изгибам траектории



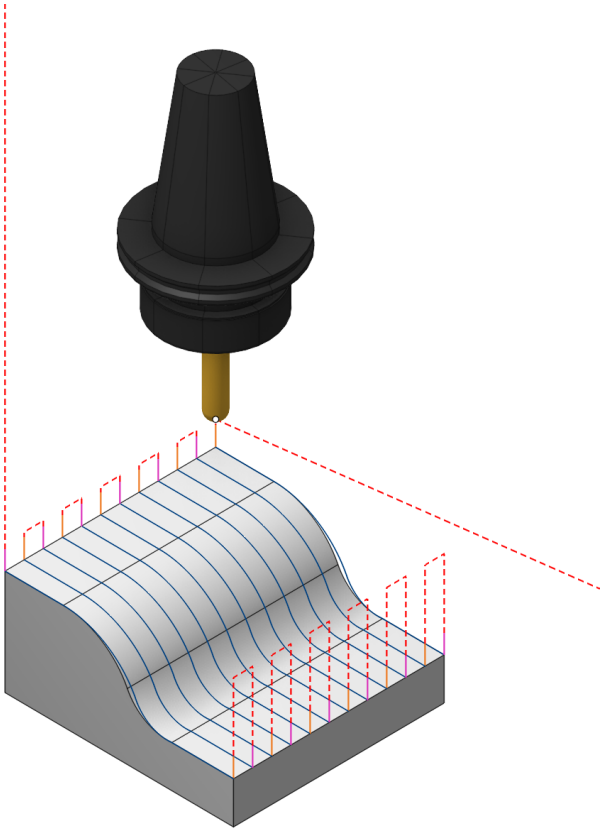
Если отключено: Колебания строятся на прямолинейных участках, равных длине колебания.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.6 Подходы/Отходы

5.2.6.1 **Область применения:**

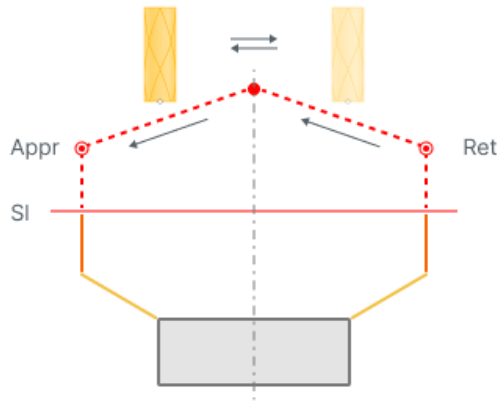


Вкладка **Переходы** устанавливает параметры перемещений, выполняемых как правило, на ускоренном ходу. Эти перемещения включают движение инструмента от позиции смены, врезание до начала рабочего хода, отвод от последнего движения резания, переходы между рабочими проходами, движение к точке смены инструмента. Можно настроить очередность движения по координатам, траекторию этих движений, величины перемещений.

В общем случает траектории движений без резания (не рабочих ходов) включают в себя:

- **Подвод** - участок траектории инструмента, обеспечивающий его перемещение к точке подхода или врезания для первого рабочего хода операции из точки смены инструмента или из последней точки предыдущей операции.
- **Подход** - последовательность перемещений инструмента, обеспечивающая его плавный подвод от поверхности безопасности или безопасного расстояния к первой точке рабочего хода.
- **Переход** - элементарный участок траектории между рабочими ходами.
- **Отход** - последовательность перемещений инструмента, обеспечивающая его плавный отвод от последней точки рабочего хода до поверхности безопасности или до безопасного расстояния.
- **Отвод** - последовательность перемещений инструмента, обеспечивающая его перемещение от точки отхода для последнего рабочего хода операции к точке смены инструмента через безопасную плоскость.

5.2.6.2 Подвод/Отвод



Appr - Подвод

Ret - Отвод

Sl - Безопасный уровень

Область применения:

Группа параметров управляет движениями от точки смены инструмента к началу врезания и обратно.

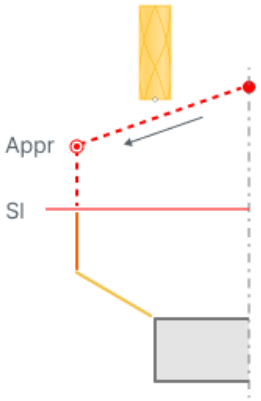
Подвод (Appr):

Под подводом понимается участок траектории инструмента, обеспечивающий его перемещение к точке подхода или врезания для первого рабочего хода операции из точки смены инструмента или из последней точки предыдущей операции. Узнать больше.(see page 743)

Подвод обычно разделяется на два перемещения:

1. Перемещение на ускоренной подаче к безопасной поверхности (**Безопасному уровню - Sl**), безопасному расстоянию, расстоянию рабочей подачи, или к специально задаваемому уровню. Вид поверхности безопасности и ее положение задается в группе **Безопасные перемещения**, а также - для пятикоординатных операций - в группе **Переходы**. На этом этапе можно сформировать несколько участков траектории в пределах подвода. Существуют различные способы формирования его траектории: <Напрямую>, <Обход столкновений>, <Выбор>, <Правило из предыдущей операции/станка/субмашины>. Узнать больше.(see page 585)
2. Перемещение на ускоренной подаче к расстоянию включения рабочей подачи для первого рабочего хода по оси Z станка (для операций 3D фрезерования) или вдоль оси инструмента (для операций 5D фрезерования). Выбор конечной цели подвода, значения соответствующих расстояний задаются в группах **Переходы** и **Расстояния**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Appr - Подвод

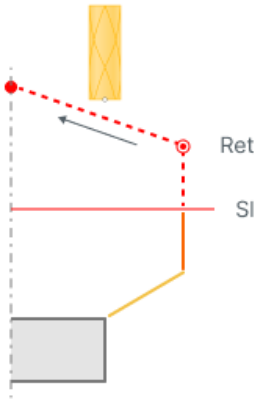
Sl - Безопасный уровень

Отвод (Ret):

Под отводом понимается последовательность перемещений инструмента, обеспечивающая его перемещение от точки отхода для последнего рабочего хода операции к точке смены инструмента через безопасную плоскость. Узнать больше.(see page 745)

Отвод обычно разделяется на два перемещения:

1. Перемещение на ускоренной подаче из точки отхода для последнего рабочего хода по оси Z станка к безопасной поверхности, безопасному расстоянию, расстоянию рабочей подачи, или к специально задаваемому уровню. Принцип формирования отвода такой же, как и для подвода.
2. Перемещение на ускоренной подаче к точке смены инструмента.

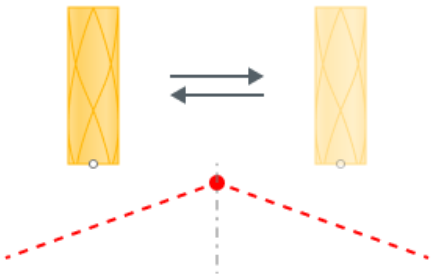


Ret - Отвод

Sl - Безопасный уровень

Точка смены инструмента:

Точка смены инструмента - это позиция станка, в которой происходит смена инструмента. В CAM системе вы можете задать точку смены инструмента как для всего тех процесса, так и для отдельных операций. Узнать больше.(see page 594)



Правила подвода и отвода

Правило подвода или отвода определяет дополнительную траекторию подхода/отхода инструмента к/от первой либо последней точки траектории. При использовании совместно с точкой смены инструмента правило подвода определяет путь из точки смены до позиции начала обработки, в то время как правило отвода - путь от последней точки траектории до точки смены инструмента.

Выбор правила подвода/отвода операции

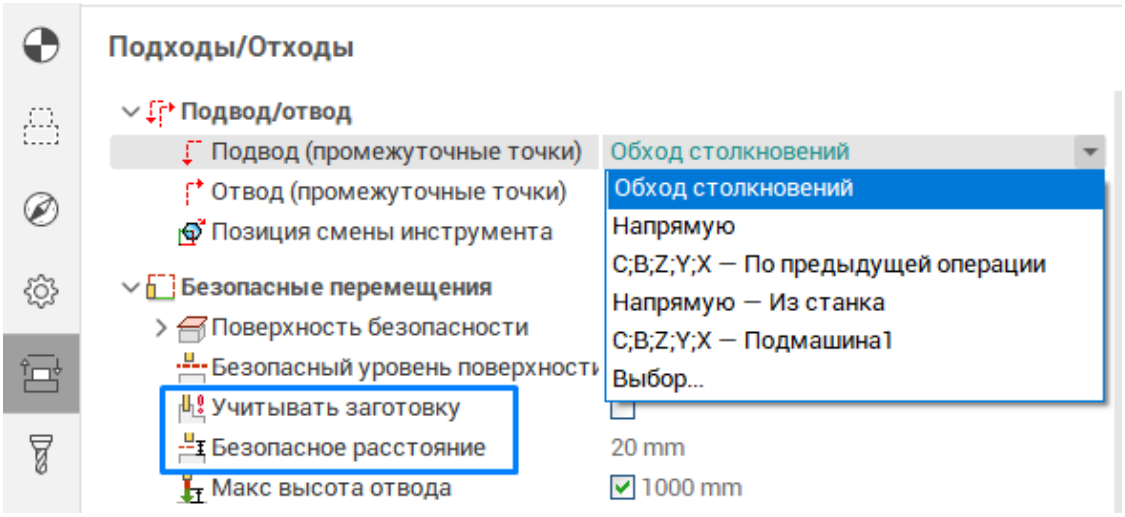
Правило подвода/отвода выбирается в секции Подвод/Отвод на вкладке инспектора "**Подходы/Отходы**".

Правило подвода можно выбрать с помощью выпадающего списка или ввести вручную в поле ввода.

Текстовое поле параметра показывает, какая именно последовательность команд используется для расчета подвода/отвода операции. Для редактирования используемого операцией подвода/отвода просто измените текущее правило в текстовом поле. После ручного редактирования подвод/отвод автоматически меняет свой тип на "заданный явно".

Через тире дополнительно может указываться тип правила подвода/отвода, например, если это правило берется из предыдущей операции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Способы задания подвода/отвода

Подвод/отвод операции может иметь один из следующих типов задания. Тип можно выбрать в выпадающем списке или задать в окне Окно редактирования подводов/отводов(see page 589).

1. ***Правило по умолчанию*** - этот тип имеет подход/отход вновь созданной операции. Также можно "**сбросить**" правило подвода или отвода путем очистки поля редактирования и нажатия клавиши <Enter>. Следующие факторы учитываются при вычислении команды подвода/отвода с типом "по умолчанию" (в порядке уменьшения приоритета):
   - Если задана **субмашина** для используемой операцией пары держатель заготовки/коннектор инструмента, то берется правило, указанное в этой субмашине. Более подробную информацию о субмашинах смотрите в статье Задание субмашин в схеме станка(see page 1441).
   - если операция имеет тот же держатель заготовки и коннектор инструмента, что и предыдущая операция, то подвод/отвод берется **из предыдущей операции**.
   - в противном случае используется правило из **установа** данной операции или правило из корневой операции, если в проекте нет установов или операция сама является установом.

2. ***Обход столкновений*** - построить траекторию подвода/отвода автоматически специальным алгоритмом, при этом избегая столкновения (например, инструмента со станком). Если выбран этот тип подвода/отвода, то дополнительно доступны параметры "*Безопасное расстояние*" и "*Учитывать заготовку*".

3. ***Правило из субмашины*** - явно выбрать правило, заданное в одной из субмашин. Подробнее см. раздел Задание субмашин в схеме станка(see page 1441).

4. ***Правило из предыдущей операции***.

5. ***Правило из корневой операции (станка)*** - использовать правило, определенное в корневой операции (корне дерева операций на вкладке "Технология"). В предыдущих версиях CAM системы это правило совпадало с указанным в схеме станка.

6. ***Явный*** - подвод/отвод представлен в виде заданной последовательности перемещений станка (задается пунктом выпадающего списка **"Выбор.."**).

7. ***Напрямую*** - в траекторию не добавляются дополнительные точки. Инструмент напрямую перемещается из позиции смены в первую точку траектории по

кратчайшему расстоянию. Если станок является роботом, то это перемещение выполняется с помощью физических осей (PhysicGOTO).

8. ***Правило из списка подводов/отводов станка*** - операция может ссылаться на один из элементов в списке подводов/отводов(see page 591) станка. Можно определить несколько правил под соответствующими именами. В выпадающем списке сначала отображается имя правило, затем в круглых скобках само правило в виде последовательности команд. Более подробная информация о списке правил представлена в отдельной статье.

Синтаксис правил подвода/отвода

"**Явное**" правило подвода/отвода напрямую задает выводимую траекторию (**CLData**) в секции "Подвод" или "Отвод". Отдельное правило состоит из одной или нескольких *команд*, разделенных символом <**;**>. *Команда* задается *ключевым словом*, после которого может следовать список имен и значений (координат) осей станка.

<*Координаты осей*> задается в виде (разделенного пробелами) списка ID или адресов осей станка с возможностью явно указать значение данной оси в момент времени, соответствующий данной *команде*. Значение оси может быть указано в скобках или непосредственно после ID оси. Примеры задания координат осей в правиле:

- X100 Y(200) Z
- A1 A2(253.2) A3(100.4) A4 A5 A6

Поддерживаются следующие **типы команд** (*ключевые слова*):

- <**MultiGOTO**> (или ключевое слово отсутствует) + <*Координаты осей*> - задает многокоординатное перемещение (линейное + вращение поворотных осей (в CLData команда "Multigoto").
- <**PhysicGOTO**> (или <**G53**>) + <*Координаты осей*> - задает перемещение в физических осях станках (в CLData команда "Physicgoto").
- <**GOTO**> + <*Координаты осей*> (должны быть "X", "Y" или "Z") - задает простое линейное (трехкоординатное) перемещение (в CLdata команда "Goto").
- <**GOHOME**> + <*Координаты осей*> - задает движение в точку смены инструмента (в CLData команда "GOHOME"). Предназначено только для использования в секции отвода.
- <**LCS**> - многозначная команда. Общая логика ее использования - **включить** некоторый режим обработки в определенный момент времени в подводе, а затем **отключить** в нужное время в отводе. Результат выполнения команды в CLData зависит от параметров операции:
  - Если включена Локальная система координат операции(see page 488) и ключевое слово указано в правиле подвода, то команда включения LCS ("Origin LCS: **On**") выводится в указанном месте внутри подвода (а не в секции "Начало"). Если команда <LCS> указана в отводе, то в данном месте отвода выводится команда выключения LCS (Origin LCS: **Off**).
  - Если в параметрах операции включен режим "Управление центральной точкой инструмента" (TCPM), то команда его активации ("Interp 5axis: **On**") выводится в указанном месте внутри подвода (если указано в правиле подвода), и аналогично команда выключения режима (Interp 5axis: **Off**) - в отводе.

Внимание: режим "TCPM" не может использоваться одновременно с Локальной системой координат операции.

- Полярная интерполяция(see page 673) - включение/выключение режима.
- Точение осью U(see page 1318) - включение/выключение режима.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <**SLCS(...)**> - команда используется для **временного** включения специальной "Локальной системы координат" внутри подвода или отвода. См. раздел ниже " Подвод/отвод для операций в режиме TCPM" для более подробной информации.

Подвод/отвод для операций в режиме TCPM с использованием Локальной системы координат
Режим «Управление центральной точкой инструмента» часто используется в 5-координатной обработке, но возникают некоторые проблемы, когда кинематика станка и крепление заготовки не полностью соответствуют реальной кинематике станка и креплению детали. Скорее всего, это приведет к столкновению. Решение состоит в том, чтобы выполнить некоторые движения станка, находящиеся внутри блока SLCS(...), в определенной "Локальной системе координат" *до включения* режима "TCPM" в подводе. При использовании команды <**SLCS()**> режим "TCPM" будет активирован в **конце** подвода; он будет деактивирован в **начале** отвода, если данный блок команд находится в правиле отвода.

LCS, используемая этой командой, не определяется параметрами операции, а соответствует **первой точке** траектории инструмента, если команда <**SLCS**> находится внутри правила **подвода**, и **последней точке** траектории, если команда находится внутри правила **отвода**. Перемещения поворотных осей следует выполнить **перед** включением этой системы координат.

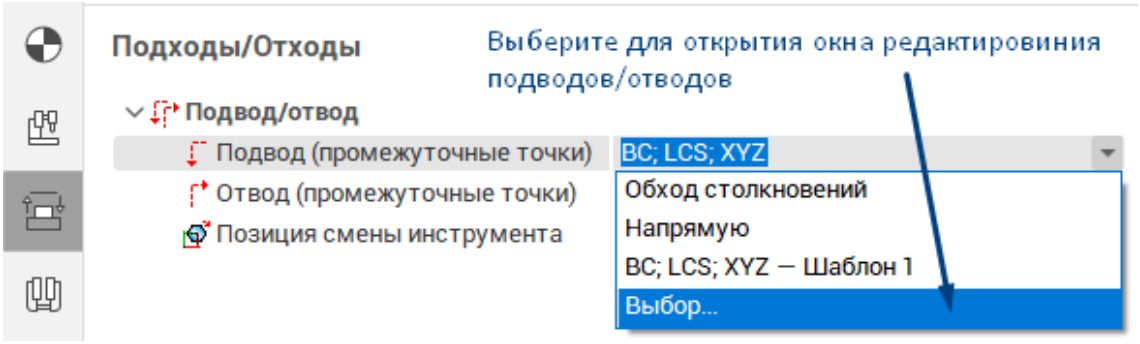
Внутри скобок можно указать одну или несколько команд перемещения, например. SLCS(G53 X100; YZ). Эти движения будут выполняться в определенной выше Локальной системе координат. Пример правила подвода с использованием <**SLCS()**>:

```
G53 Z(-0.5); G53 X(0.5) Y(-0.5); AC; XY; SLCS(XYZ)
```

Продвинутое редактирование правил подвода/отвода

С помощью текстового поля можно быстро отредактировать подвод или отвод операции. Если же нужно изменить способ задания подвода или указать длинную последовательность команд, то используйте окно редактирования подводов/отводов(see page 589).

Для открытия этого окна перейдите на вкладку инспектора "Подходы/Отходы" и выберите нижний пункт "Выбор..." в выпадающем списке параметра подвода или отвода. Эта форма также позволяет редактировать список правил подвода/отвода станка.



Сопутствующие ссылки:

Список правил подвода/отвода станка(see page 591)

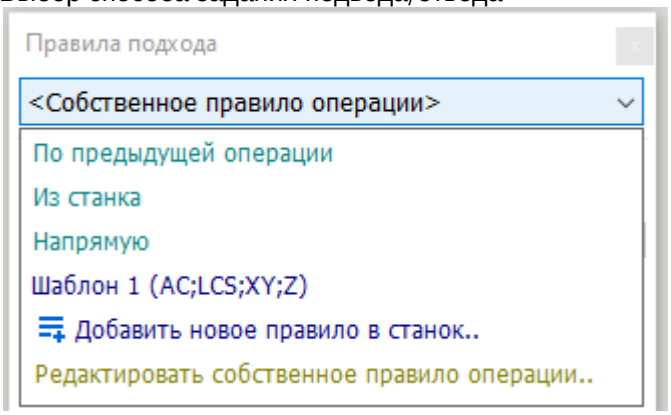
Окно редактирования подводов/отводов(see page 589)

Задание субмашин в схеме станка(see page 1441)

Список основных технологических команд CLDATA(see page 1603)

Окно редактирования подводов/отводов

Выбор способа задания подвода/отвода



С помощью выпадающего списка в верхней части формы можно указать способ задания (тип) подвода/отвода. Например, если выбран пункт '*По предыдущей операции*', то подвод операции будет совпадать с подводом **предыдущей операции**. В основной статье(see page 585) содержится больше информации о различных типах подводов/отводов.

Интерактивное редактирование подвода/отвода
В диалоговом окне редактирования подвода/отвода можно определить используемый операцией подвод или отвод, либо отредактировать список правил подвода/отвода станка. Диалоговое окно разделено на три части.

1. В самом верхнем комбобоксе можно выбрать для редактирования собственное правило операции или одно из правил в списке станка.

2. Ниже, в центре формы, находится список команд, соответствующий текущем выбранному правилу. Промежуточные точки указываются в следующем формате.

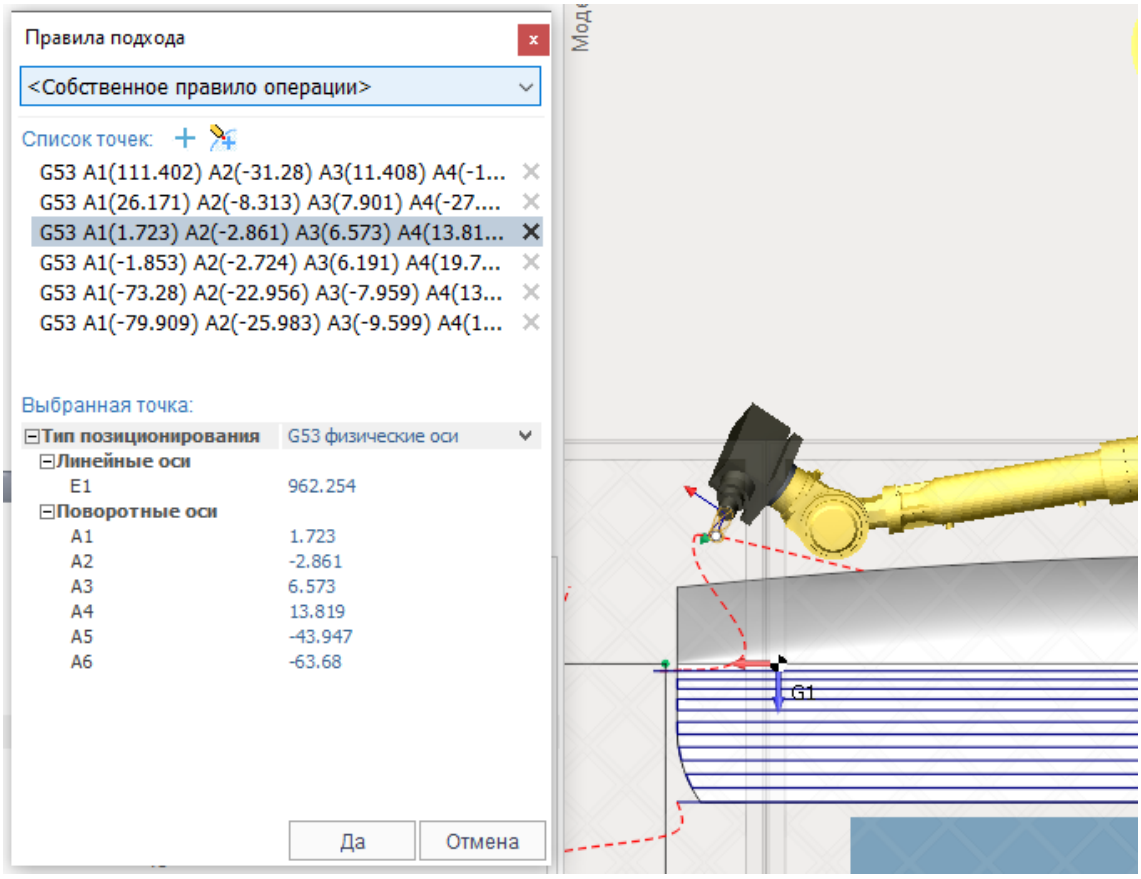
- Если команда начинается с G53 то последующие координаты задаются в машинной системе координат, иначе это координаты кончика инструмента относительно системы координат заготовки.
- Последующий текст имеет следующий формат. Сначала идет имя оси, затем необязательное значение оси в скобках (например, X1, или X1 (30)), затем идет пробел и указывается следующая ось, и т.д.

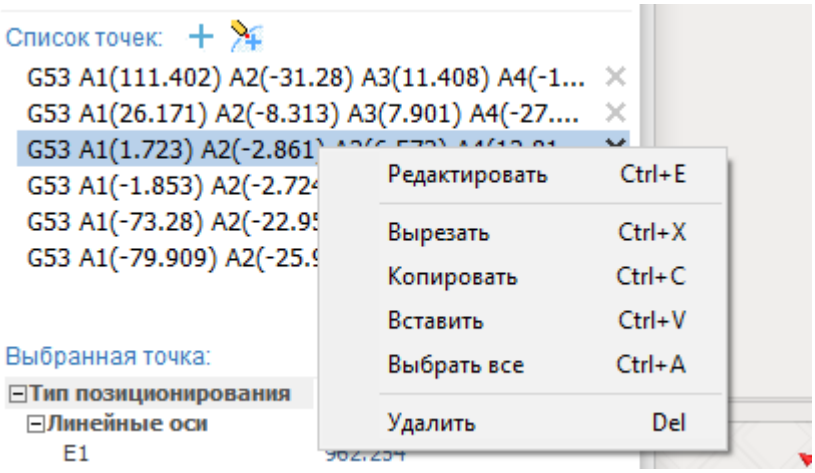
Если после имени оси не указано значение координаты, CAM система рассчитывает соответствующую координату автоматически. Так для подвода координата берется из первой точки траектории, а для отвода - из позиции смены инструмента. Например, в качестве подвода Вы можете задать правило "X Y; C; Z". В этом случае в подводе сначала будет производиться одновременное перемещение по осям X и Y, затем поворот вокруг оси C, и последний шаг - вертикальное опускание инструмента в первую точку траектории вдоль оси Z.

- Для добавления новой пустой команды нажмите кнопку  , а для добавления текущего состояния станка в качестве команды нажмите кнопку  рядом с предыдущей. Для удаления команды нажмите на иконку 'X' в правой колонке. Для изменения порядка команд используйте перетаскивание (drag'n'drop).
- При двойном клике на команду инструмент в графическом окне переместится в позицию, соответствующую выбранной команде.
- С помощью всплывающего меню (при нажатии правой кнопки мыши) или горячих клавиш можно копировать, вырезать, вставлять и удалять выбранные команды.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Можно напрямую указать текст команды с помощью пункта меню "Редактировать", или нажав Ctrl+E.





3. В нижней части формы расположен инспектор со списком машинных осей. Для того чтобы добавить новую точку в траекторию, необходимо заполнить значения координат соответствующих осей в нижнем списке, либо указать для осей значение АВТО, нажав на кнопку с тремя точками напротив оси. Чтобы изменить промежуточную точку, необходимо выбрать ее в верхнем списке - нижний список обновится соответствующим образом. После этого можно изменять координаты точки.

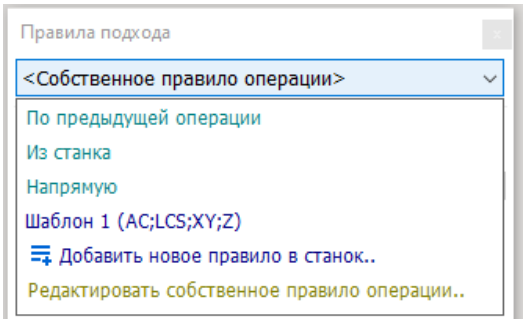
Опция "Физические машинные координаты" в средней части окна используется для указания способа задания координат промежуточных точек. Если данная опция выбрана, координаты задают физическое положение рабочих органов станка (ISO G53), если нет -

координаты кончика инструмента в системе координат заготовки. Физические координаты выводятся в управляющую программу посредством команд PhysicGOTO, тогда как координаты на кончик инструмента выводятся при помощи команд GOTO и MULTIGOTO.

Благодаря тому, что подвод и отвод могут быть заданы без указания фактических координат, удобно .для каждого станка определить универсальные последовательности подхода и отхода. Например, для пяти координатных станков последовательность подхода может иметь вид XY; A C; Z, отхода - Z; XY; A C.

Редактирование списка правил подвода/отвода станка

- Для интерактивного редактирования одного из правил в списке подводов/отводов станка выберите его по имени в верхнем выпадающем списке. Дерево команд обновится в соответствии с выбранным правилом. После этого можно отредактировать правило по аналогии с правилом операции.
- Верхний комбобокс может использоваться как поле ввода для редактирования имени текущего правила.
- Для удаления правила из списка нажмите на иконку 'X', появляющуюся при наведении на элемент выпадающего списка.
- Для добавления нового (пустого) правила в список нажмите на пункт "**Добавить новое правило в станок**.." в верхнем выпадающем списке.
- Нажмите "**Редактировать собственное правило операции**.." для возврата к редактированию правила текущей операции.



Сопутствующие ссылки:

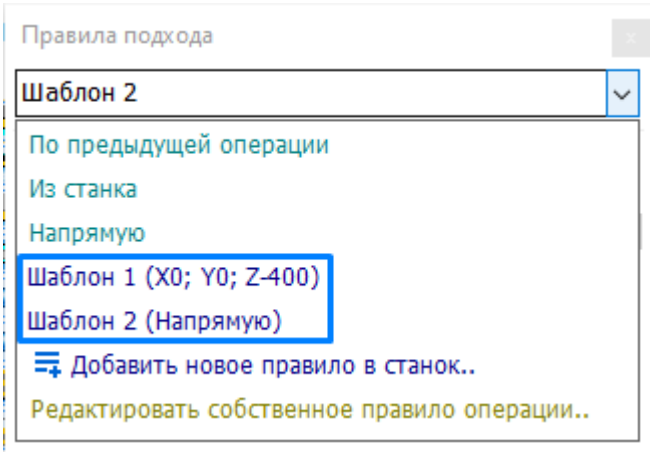
Список правил подвода/отвода станка(see page 591)

Правила подвода и отвода(see page 585)

Список правил подвода/отвода станка

Обзор списка правил подвода/отвода
В секции "Leads" xml-файла станка можно указать несколько правил для подвода/отвода для быстрого выбора в дальнейшем. Для удобства различения каждый элемент списка имеет свое имя. Если правило в списке было отредактировано, это затронет все операции, которые ссылаются на это правило. Чтобы использовать такое правило в операции, выберите соответствующий элемент в форме редактирования подводов/отводов(see page 589):

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Альтернативный способ задания подвода/отвода
Появился новый способ задания нескольких правил для подводов или отводов в проекте - создать субмашины для используемых в проекте пар заготовка/инструмент и определить соответствующее правило подхода или отхода для нужных субмашин. Смотрите Задание субмашин в схеме станка(see page 1441) для более подробной информации о субмашинах в CAM системе.

Редактирование списка подводов/отводов
Доступны 2 способа редактирования списка подводов/отводов станка.

1. Прямое редактирование xml-файла станка (рассмотрено в этой статье)
2. Используя форму редактирования подводов/отводов(see page 589). Чтобы ее открыть выберите пункт "Custom.." в выпадающем списке подводов/отводов операции.

Редактирование xml-файла станка
Список подводов/отводов станка находится в секции **<Leads>** (в предыдущих версиях здесь указывалось одно правило подвода/
отвода). **<ApproachCommands>** и **<ReturnCommands>** - названия соответствующих подсекций. Каждое правило имеет 3 поля:

1. **<RuleID>** - уникальный GUID правила. Используется для связи правила и операций, ссылающихся на него. См GUID операции для примера заполнения.
2. **<Name>** - имя правила.
3. **<Command>** - само правило в виде последовательности промежуточных точек подвода/отвода. Чтобы указать правило с автоматическим обходов столкновений используйте ключевое слово '**Auto**'.
4. **<Type>** - тип правила, определяющий возможные случаи его применения. На данный момент доступны 4 типа правил:
    - LCS - подвод/отвод может быть использован, только если операция использует локальную систему координат.
    - TCPM - подвод/отвод может быть использован, только если в операции включен режим TCPM (управление центральной точкой инструмента). Опции LCS и TCPM не могут быть включены одновременно.
    - General - правило может быть использовано если обе предыдущие опции выключены.
    - Undefined - правило не зависит от включения локальной системы координат или TCPM. Если тип правила не был явно указан, то тип считается «Undefined».

Ниже приведен частичный пример xml-файла:

MaxTurn65WithCounterSpindle

```
<SCType ID="MaxTurn65WithCounterSpindle" Caption="MaxTurn65 with Counter Spindle" type="MaxTurn65" Enabled="true">
        <GUID DefaultValue="{8E0CEF0A-8045-436D-89FD-BBE70D387AB1}"/>
        <Priority DefaultValue="172"/>
        <Name DefaultValue="MaxTurn 65 with Counter Spindle"/>
        <Comment DefaultValue="MaxTurn 65 with Counter Spindle" />
        <Leads>
        <ApproachCommands>
                <SCArray>
                        <Rule>
                                <RuleID>{41D3BB1C-2F23-47AC-B5F9-5DAF7030A015}</RuleID>
                                <Command>C;Z10;X;Z</Command>
                                <Name>Left spindle approach</Name>
                        </Rule>
                        <Rule>
                                <RuleID>{54FC19E5-8ACB-491A-8E94-FC9990FC8680}</RuleID>
                                <Command>C2;Z-10;X;Z</Command>
                                <Name>Right spindle approach</Name>
                        </Rule>
                </SCArray>
        </ApproachCommands>
        <ReturnCommands>
                <SCArray>
                        <Rule>
                                <RuleID>{380D355A-6708-4C86-BA69-7521A0198A8E}</RuleID>
                                <Command>Z10;X;Z;C</Command>
                                <Name>Left spindle return</Name>
                        </Rule>
                        <Rule>
                                <RuleID>{18B61D64-EEC9-4403-8922-CCFCC017E53E}</RuleID>
                                <Command>Z-10;X;Z;C2</Command>
                                <Name>Right spindle return</Name>
                        </Rule>
                </SCArray>
        </ReturnCommands>
</Leads>
```

Типы подводов/отводов

Часто (например, на 5-осевых станках) требуются разные правила подхода/отхода в зависимости от состояния опций LCS и TCPM операции. Выбор неправильного правила может быть довольно дорогостоящим, поэтому были введены типы правил. В выпадающем списке подхода/отхода видны только правила с правильным типом (или неопределенным типом). При создании новой операции у нее будет первое правило, применимое к ее состояниям TCPM и LCS по умолчанию (если таких правил нет, правило

© 2025 ООО СПРУТ Технология

будет «Из предыдущей операции»). Если настройки LCS или TCPM изменены на вкладке «Наладка» и текущее правило не совместимо с новым состоянием параметра, оно будет автоматически изменено (если есть подходящие или правила типа «Undefined»).

Конвертация старых проектов/станков
При первом открытии станка старой версии создается список, в который добавляется старое правило подвода/отвода этого станка. Корневая операция будет ссылаться на это правило. В результате этого операции, имеющие тип подхода/отхода "Из корневой операции" будут использовать такой же подвод/отвод как в более старой версии.

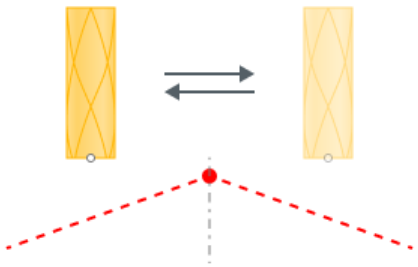
Сопутствующие ссылки:

Окно редактирования подводов/отводов(see page 589)

Правила подвода и отвода(see page 585)

Точка смены инструмента

Область применения:

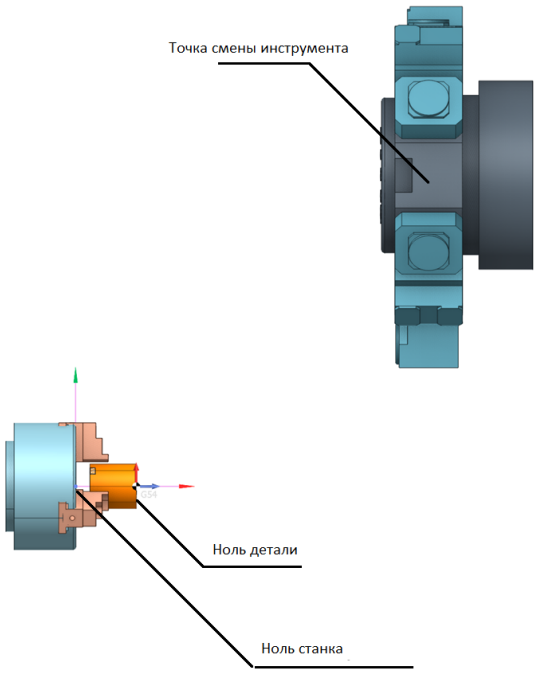


Область применения:

Точка смены инструмента - это позиция станка, в которой происходит смена инструмента. В CAM системе вы можете задать точку смены инструмента как для всего тех процесса, так и для отельных операций. Параметр задается на вкладке Подвод/Отвод на панели Технология. Задание точки смены инструмента не является обязательным. Если в параметрах станка не установлена опция Моделировать смену инструмента, моделирование смены инструмента не производится: инструмент просто появляется в начале операции и исчезает в конце операции. Этот режим используется обычно при трех осевой обработке, когда отсутствует риск повредить оборудование в процессе смены инструмента. Однако для сложного оборудования, такого как много координатные обрабатывающие центры, задача выбора оптимальной позиции смены инструмента играет важную роль для создания безопасных и эффективных управляющих программ.

Позиция смены инструмента задается в виде совокупности координат (например, на рисунке выше X1(0) Y1(0) Z1(0)...) в машинной системе координат станка (G53). Следует учитывать, что эти координаты задают положение рабочих органов, а не положение настроечной точки инструмента в системе координат заготовки. Так для токарно-револьверных

станков задается положение центральной точки револьверной головки относительно концевиков.



Позиция смены инструмента задается в выпадающем списке. При этом доступны следующие опции.

1. По предыдущей операции - параметр наследуется из предыдущей операции.

2. Из станка - позиция смены инструмента такая же как и у станка.

3. Выбор. При выборе данной опции открывается окно задания точки смены инструмента.

Окно задания точки смены инструмента позволяет указать позицию смены инструмента, а также выбрать необходимое поведение станка при смене инструмента и задать формат вывода точки в управляющую программу. В окне Вы можете выбрать:

1. Способ задания (Из станка, По предыдущей операции, Выбор).

2. Использование точки смены инструмента.

- Авто (идти в точку для смены инструмента). При выборе данной опции, инструмент идет в точку смены инструмента в конце операции только в том случае, когда следующая операция использует другой инструмент с отличным номером. Если следующая операция использует инструмент с тем же самым номером, что и текущая операция, переход в точку смены инструмента не производится: следующая операция начинает обработку в последней точке текущей операции. Такое поведение является выбранным по умолчанию.

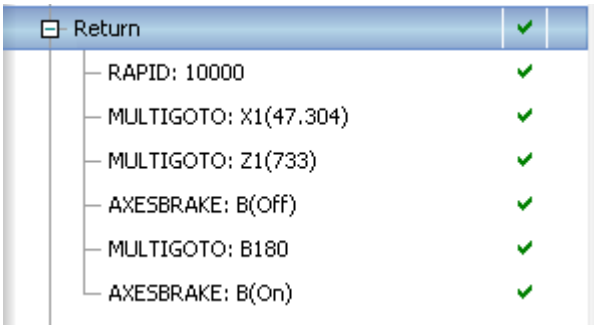
Использовать всегда. При выборе данного режима переход в позицию смены инструмента

© 2025 ООО СПРУТ Технология

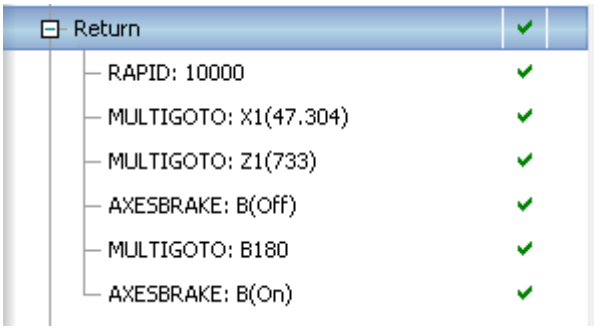
производится обязательно независимо от следующей операции.
- Не использовать. Инструмент остается в последней точке траектории, не переходя в точку смены инструмента.

3. Формат вывода смены инструмента.

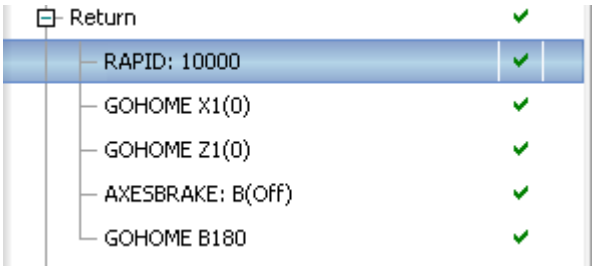
- Координаты кончика. CAM система осуществляет перемещение инструмента в позицию смены при помощи команд GOTO и MULTIGOTO, содержащих координаты настроечной точки инструмента в текущей системе координат заготовки.



- Референтная точка (ISO G28). Перемещение в позицию смены инструмента осуществляется с помощью команд GOHOME, выводящих физические координаты рабочих органов станка. В постпроцессоре по команде GOHOME производится перемещение в референтную точку (ISO G28).



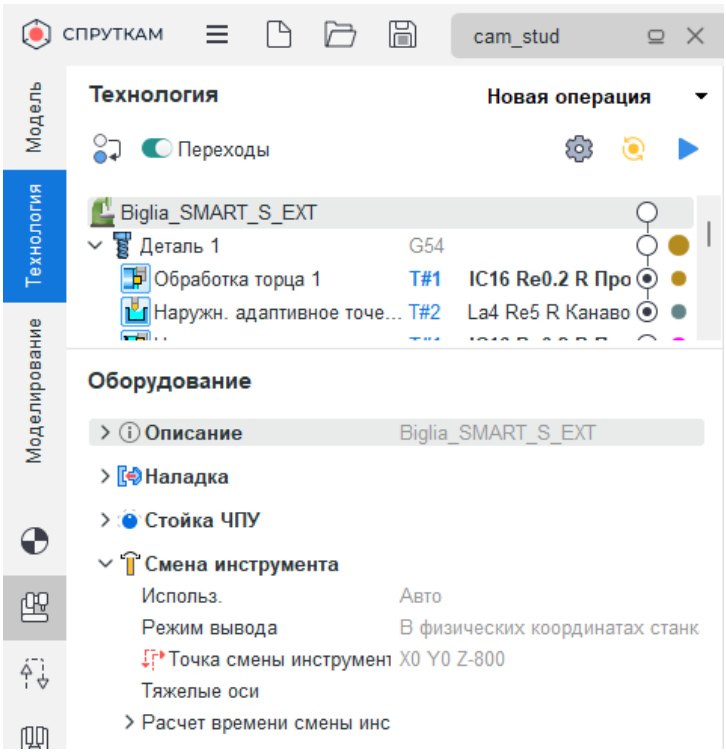
- Машинные координаты (ISO G53). Перемещение в позицию смены инструмента осуществляется с помощью команд PhysicGOTO, выводящих физические координаты рабочих органов станка. В постпроцессоре по команде PhysicGOTO производится перемещение в машинной системе координат (ISO G53).



4. Координаты точки смены инструмента.

Координаты задаются в списке, в котором перечислены все оси станка. Чтобы задать позицию смены инструмента необходимо отметить галочками оси, ответственные за перемещение инструмента в позицию смены и задать координаты соответствующих осей либо в машинной, либо в рабочей системе координат. Результат немедленно отображается в графической области. Удобно задавать позицию смены инструмента с помощью колесика мыши: просто используйте колесо мыши, чтобы изменять координаты осей, одновременно наблюдая в графической области соответствующие перемещения рабочих органов станка.

Позиция смены инструмента по умолчанию может быть указана в параметрах станка: либо на вкладке Оборудование,



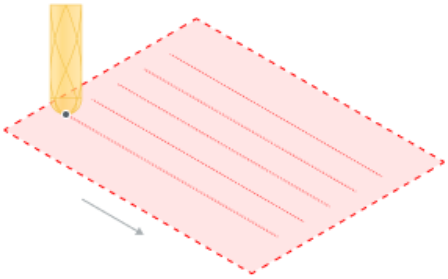
либо в файле конфигурации станка в параметре <ToolChangeMachineState>.

```
<SCType ID="TMyMachine" type="AbstractMachine" Enabled="true">
  <SimulateToolChange DefaultValue="true"/>
  <ToolChangeMachineState DefaultValue="X1(0) Y1(0) Z1(0) B180 A0 X2(0) Z2(0)"/>
</SCType>
```

В последнем случае заданная точка смены инструмента будет использована по умолчанию для новых проектов, использующих данный станок.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.6.3 Безопасные перемещения

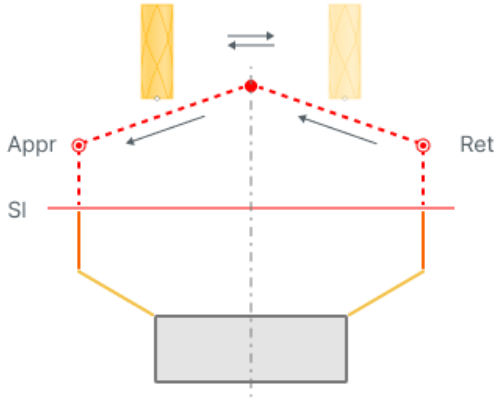


Область применения:

Эта группа параметров устанавливает вид **Поверхности безопасности**, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода.

Безопасный уровень (Sl):

Устанавливает расстояние от наиболее выступающей части заготовки до **Поверхности безопасности**.



Appr - Подвод (промежуточные точки)
Ret - Отвод (промежуточные точки)
Sl - Безопасный уровень

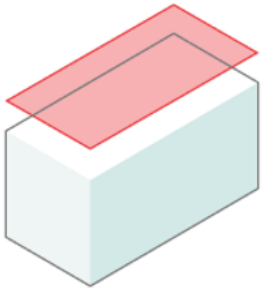
Поверхность безопасности:

Устанавливает форму поверхности, по которой формируется траектория переходов между рабочими проходами инструмента в случае, если задан вид переходов <По поверхности безопасности>. Узнать больше.(see page 598)

Нажмите здесь для раскрытия...

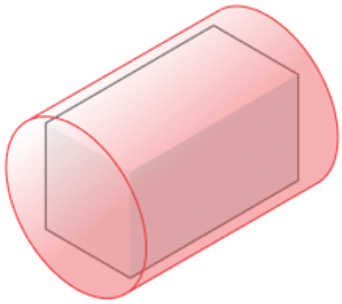
Плоскость.

Траектория переходов формируется на плоскости, отстоящей от заготовки на **Безопасном уровне**. Для трехкоординатных операций доступен только этот вид поверхности.



Цилиндр.

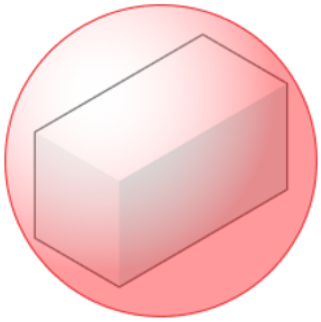
Траектория переходов формируется на поверхности цилиндра, отстоящего от наиболее выступающей части заготовки на **Безопасном уровне.** Этот вид поверхности доступен для четырех- и пятикоординатных операций.



Сфера.

Траектория переходов формируется на поверхности сферы, отстоящей от наиболее выступающей части заготовки на **Безопасном уровне**. Этот вид поверхности доступен для пятикоординатных операций.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Для задания поверхностей доступны следующие параметры:

Начало.

Для **Плоскости** — устанавливает базовую точку, в которой будет начинаться вектор **Направления**, проходящий по нормали к плоскости. Для **Цилиндра** — устанавливает начальную точку оси. Для **Сферы** — устанавливает центр сферы.

Центр детали.

Точка **Начала** находится в геометрическом центре детали.

Произвольная точка.

Точка **Начала** задается координатами X, Y, Z.

Направление.

Для **Плоскости** — устанавливает направление вектора нормали к плоскости. Для **Цилиндра** — устанавливает вектор оси.

Авто.

Вектор **Направления** устанавливается автоматически системой:
для **Плоскости** — по оси инструмента,
для **Цилиндра** — по оси детали или по оси узла станка с круговой координатой.

Произвольный вектор.

Направление определяется проекциями единичного вектора на оси X, Y, Z.

Макс высота отвода:

Позволяет ограничить максимальную высоту отвода. Эта опция доступна только для некоторых операций, таких как, Обработка отверстий и Измерение.

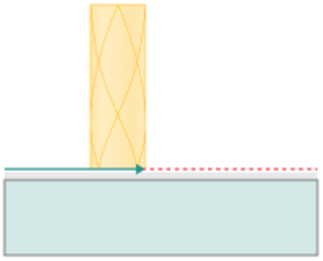
Контроль столкновений для переходов:

При установленном флаге автоматически создается траектория для переходов внутри операции с обходом столкновений. Эта опция доступна только для отдельных операций, таких как Обработка фасок, Наплавка 5D, Точечная сварка, Сварка 6D, Покраска, в основном, при использовании роботов.

Нажмите здесь для раскрытия...

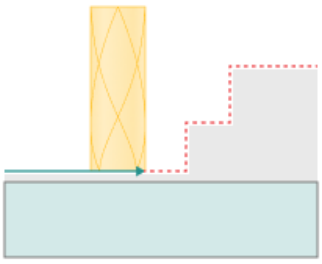
Проверять заготовку.

Если опция не активна, то при построении переходов с обходом столкновений учитываются только столкновения с деталью. Рекомендуется использовать эту опцию, если заготовка и деталь операции незначительно отличаются (или отличаются в пределах безопасного расстояния). Этот параметр так же влияет и на подвод/отвод с обходом столкновений.



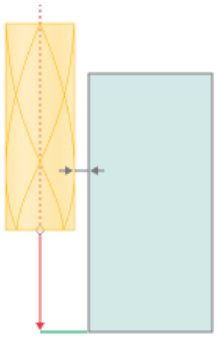
Если опция активна, то при построении переходов с обходом столкновений учитываются столкновения с заготовкой.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Безопасное расстояние.

Если включен контроль столкновений для переходов, то этот параметр определяет минимальное допустимое расстояние между инструментом, деталью (заготовкой) и частями станка. Этот параметр так же влияет и на подвод/отвод с обходом столкновений.



5.2.6.4 Расширенные настройки переходов

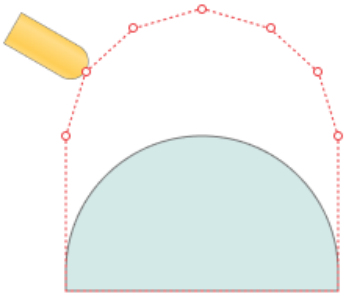
Область применения:

Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам.

Разбивать безопасные ходы:

В пятикоординатных операциях эта группа параметров управляет составом траектории перемещения по безопасным поверхностям типа цилиндр и сфера, то есть когда безопасные перемещения выполняются круговыми координатами.

Нажмите здесь для раскрытия...



Выкл. Безопасные перемещения по поверхности безопасности выполняются одним кадром.

Всегда. Траектория перемещения по поверхности безопасности разбивается на элементарные перемещения так, чтобы величина перемещения угловыми координатами не превышала заданного значения.

По необходимости.

Расширенный контроль пределов осей:

Активизация опции позволяет избежать 2-х видов проблем в 5-осевой траектории:

1. По возможности исключает развороты круговых координат во время выполнения рабочего прохода. Разворот выполняется не во время рабочих проходов, а на участках траектории с ускоренными перемещениями.
2. Создает плавный путь в зонах сингулярности. Зона сингулярности - это положение станка, в котором координата одной из осей станка не может быть рассчитана. Например, если ось A равна нулю, то ось C может быть любой.

Нажмите здесь для раскрытия...

Обход сингулярности по поверхности безопасности.

Максимальное отклонение оси в сингулярности.

Параметр определяет на какой угол возможно отклонить узлы станка или робота от номинального рассчитанного положения с целью обхода зоны сингулярности.

Переходы, оптимизированные под станок:

Когда опция отключена, переход производится по кратчайшему пути в пространстве. Допустим, вы хотите перейти от точки 1 (X1, Y1, Z1, Nx1, NY1, nz1) в точку 2 (X2, Y2, Z2, NX2, Ny2, Nz2), где X, Y, Z - координаты центра инструмента, и Nx, Ny, Nz – величины, определяющие направление вектора оси инструмента относительно линейных осей координат. Кратчайший путь в пространстве строится линейной интерполяцией этих геометрических векторов. Это означает,

© 2025 ООО СПРУТ Технология

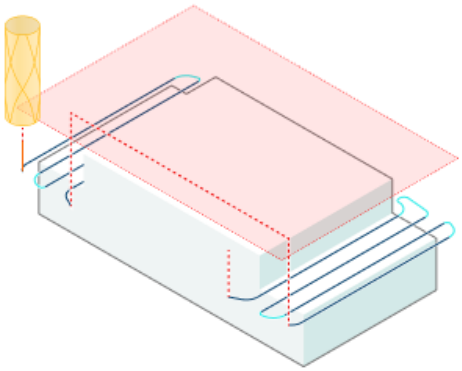
что соединительной кривой между этими векторами является прямая линия с линейной интерполяцией углового изменения оси инструмента вдоль нее.

Когда опция включена, переходы заданные параметром <Расстояние ускоренных перемещений>, производятся по кратчайшему пути машинных осей. Допустим, вы хотите перейти от точки 1 (A1, C1, X1, Y1, Z1), в точку 2 (A2, C2, X2, Y2, Z2), где X, Y, Z, A, C - оси станка. Кратчайший путем перемещения по этому способу является линейная интерполяция координат по этим осям. Это означает, что форма соединительной кривой зависит от фактической конфигурации кинематической схемы станка. <Переходы оптимизированные под станок> выглядят длиннее, но на самом деле они являются более оптимальными во многих случаях, чем кратчайший путь в пространстве.

5.2.6.5 Переходы

Под переходом понимается элементарный участок траектории между рабочими ходами. Параметры этой вкладки определяют способ выполнения перехода, они зависят от типа операции.

Переходы на основании операции Черновая послойная



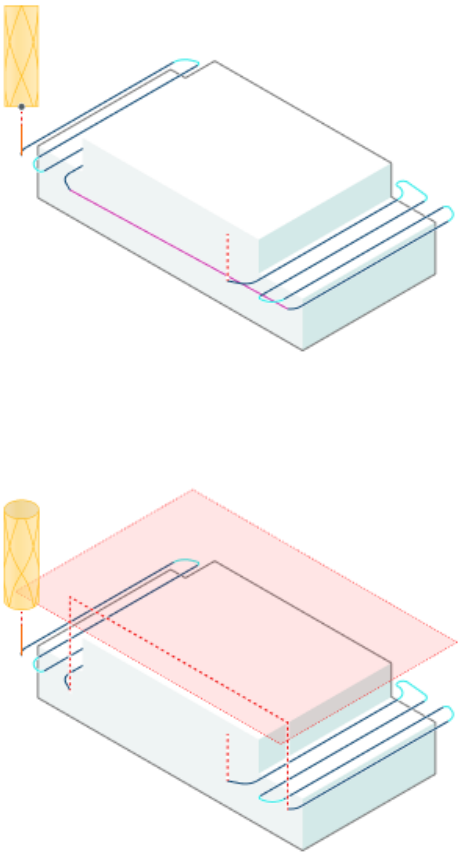
Область применения:

Эта группа определяет настройки для врезания/отхода или переходов между областями.

Подъем если длиннее.

Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Позволяет проверять длину перехода, и если длина перехода больше заданного значения, то переход осуществляется через безопасный уровень.

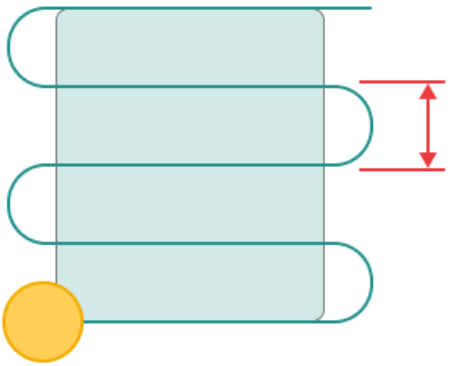


GF - Подъем если длиннее

Макс. длина короткого перехода.

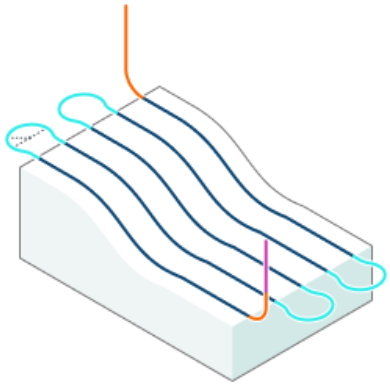
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Устанавливает максимальное расстояние, при котором переходы считаются короткими.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Переходы для операций 3D/5D продвинутая



Область применения:

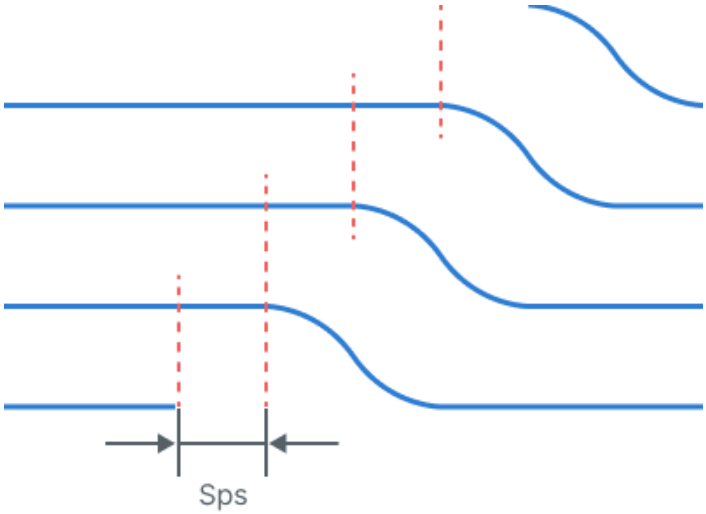
Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями.

Смещение начальной точки (для аддитивных операций).

Смещение начальной точки относительно предыдущего слоя позволяет получить более равномерное распределение участков, где начинается или заканчивается подача материала и где качество формируемой поверхности обычно хуже.

Примечание. Для операции "Неплоская печать" этот параметр доступен, если только параметр "Начальные точки" на вкладке "Стратегия" имеет значение "Автоматически" или "Вручную для первых слоев".

Нажмите здесь для раскрытия...



Sps - Смещение начальной точки

Тип подхода/отхода.

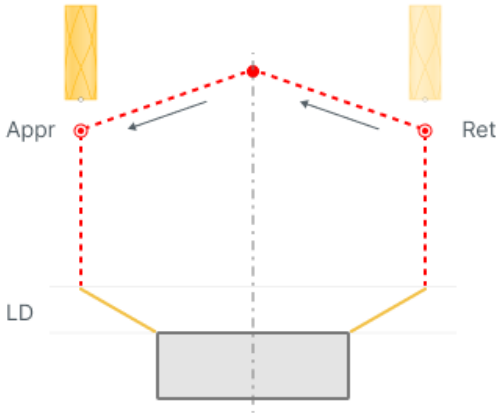
Определяет общее правило захода инструмента для первого реза и выхода его из последнего реза.

Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Прямой.

При таком правиле заход к детали осуществляется:
1. **Позиция смены инструмента**
2. **Подвод (Appr)**
3. **Подходы (Если они включены) (LD)**

Выход осуществляется в обратном порядке:
1. **Подходы (Если они включены) (LD)**
2. **Отвод (Ret)**
3. **Позиция смены инструмента**

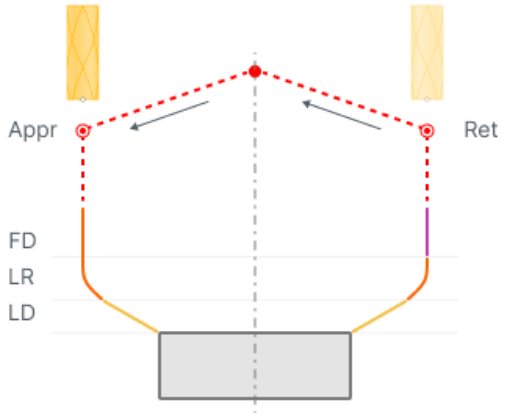


Расстояние рабочей подачи.

При таком правиле заход к детали осуществляется:
1. **Позиция смены инструмента**
2. **Подвод (Appr)**
3. **Расстояние рабочей подачи (FD)**
4. **LR - Радиус перехода** (Зависит от типа Подхода. Если Подход расположен вертикально, то как правило дуга не строится)
5. **Подходы (Если они включены) (LD)**

Выход осуществляется в обратном порядке:
1. **Подходы (Если они включены) (LD)**
2. **LR - Радиус перехода** (Зависит от типа Подхода. Если Подход расположен вертикально, то как правило дуга не строится)
3. **Расстояние рабочей подачи (FD)**
4. **Отвод (Ret)**
5. **Позиция смены инструмента**

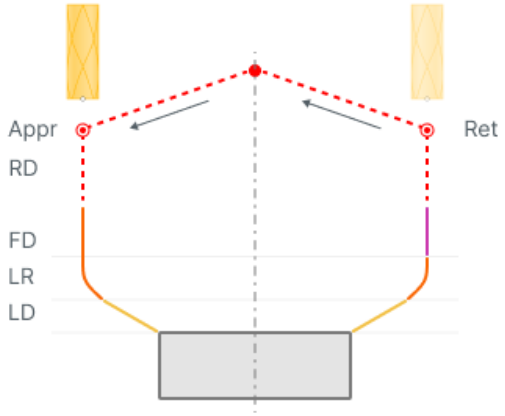
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Расст. ускорен. перемещения.

При таком правиле заход к детали осуществляется:
1. **Позиция смены инструмента**
2. **Подвод (Appr)**
3. **Расстояние ускор. перемещений (RD)**
4. **Расстояние рабочей подачи (FD)**
5. **LR - Радиус перехода** (Зависит от типа Подхода. Если Подход расположен вертикально, то как правило дуга не строится)
6. **Подходы (Если они включены) (LD)**

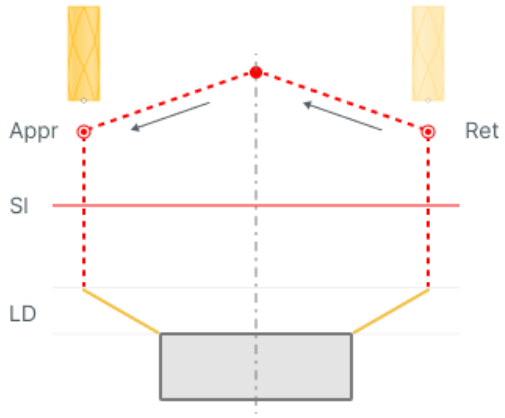
Выход осуществляется в обратном порядке:
1. **Подходы (Если они включены) (LD)**
2. **LR - Радиус перехода** (Зависит от типа Подхода. Если Подход расположен вертикально, то как правило дуга не строится)
3. **Расстояние рабочей подачи (FD)**
4. **Расстояние ускор. перемещений (RD)**
5. **Отвод (Ret)**
6. **Позиция смены инструмента**



Пов-ть безопасности.

При таком правиле заход к детали осуществляется:
1. **Позиция смены инструмента**
2. **Подвод (Appr)**
3. **Безопасный уровень (Sl)**
4. **Расстояние рабочей подачи (FD)**
5. **LR - Радиус перехода** (Зависит от типа Подхода. Если Подход расположен вертикально, то как правило дуга не строится)
6. **Подходы (Если они включены) (LD)**

Выход осуществляется в обратном порядке:
1. **Подходы (Если они включены) (LD)**
2. **LR - Радиус перехода** (Зависит от типа Подхода. Если Подход расположен вертикально, то как правило дуга не строится)
3. **Расстояние рабочей подачи (FD)**
4. **Безопасный уровень (Sl)**
5. **Отвод (Ret)**
6. **Позиция смены инструмента**



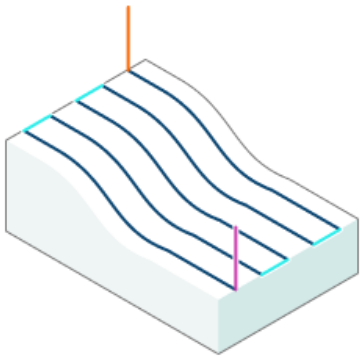
Тип коротких переходов/Тип длинных переходов.

Определяет правило перехода между рабочими ходами.

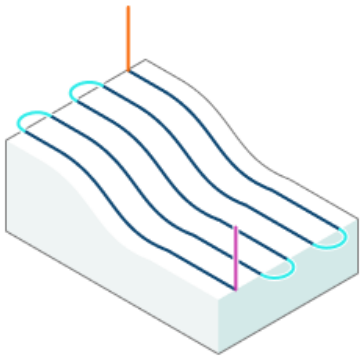
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Прямой. Переходы состоят из коротких прямых линий.

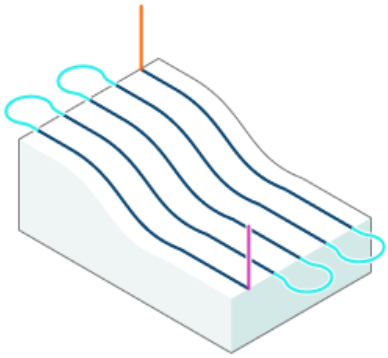
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Гладкий. Переходы - состоят из гладких сплайнов.

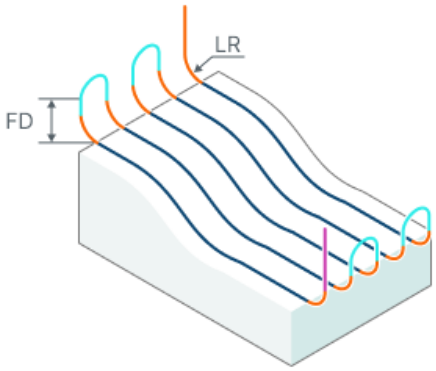


Высокоскоростной. Переходы состоят из гладких линий таким образом, что **Радиус перехода** нигде не превышен.



Расстояние рабочей подачи. Инструмент поднимается на высоту **Расстояние рабочей подачи**, затем переходит к следующему проходу. Кроме того переходы могут быть сглажены **Радиус перехода**.

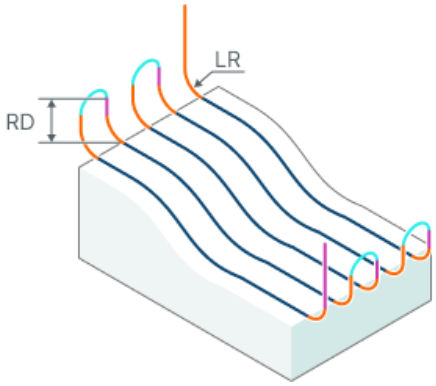
FD - Расстояние рабочей подачи
LR - Радиус перехода



Расст. ускорен. перемещения.

Переходы осуществляются через **Радиус перехода** и **Расстояние ускор. перемещений.**

RD - Радиус перехода
LR - Расстояние ускор. перемещений

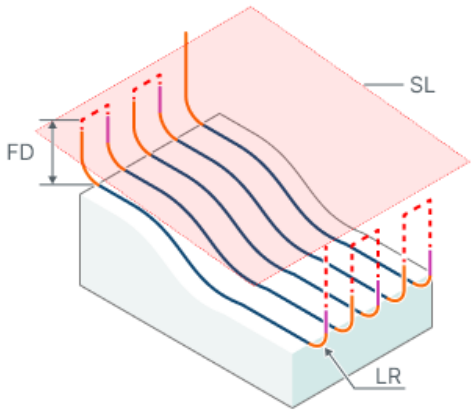


Пов-ть безопасности.

Переходы осуществляются через **Радиус перехода** + **Расстояние рабочей подачи** до **Безопасный уровень.**

LR - Радиус перехода
FD - Расстояние рабочей подачи
SL - Безопасный уровень

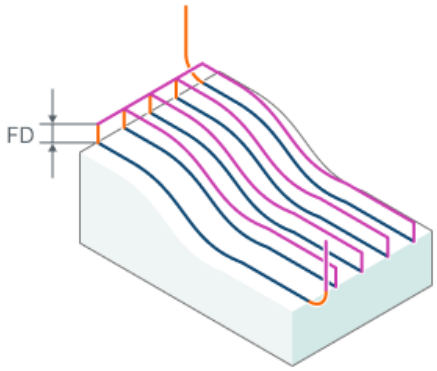
© 2025 ООО СПРУТ Технология



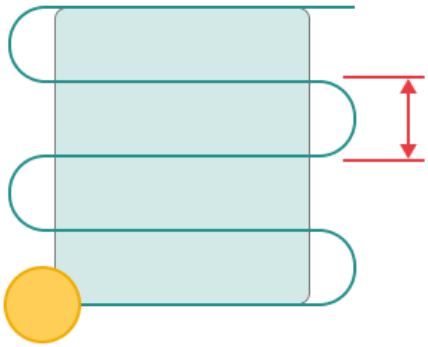
По смещенной поверхности.

Работает как смещение обрабатываемой поверхности на расстояние **Расстояние рабочей подачи**. Работает с типом фрезерования: **Попутное, Встречное.**

FD - Расстояние рабочей подачи



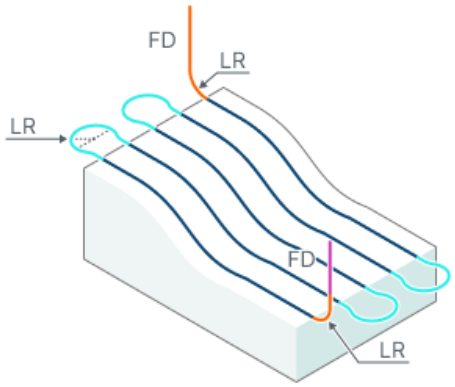
Макс длина короткого перехода. Устанавливает максимальное расстояние, при котором переходы считаются короткими.



Радиус перехода.
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Радиус перехода задает радиус сглаживания для

- Перехода **Высокоскоростной**
- **Расстояние рабочей подачи** (зависит от типа **Подхода**. Если **Подход** расположен вертикально, то как правило дуга не строится)

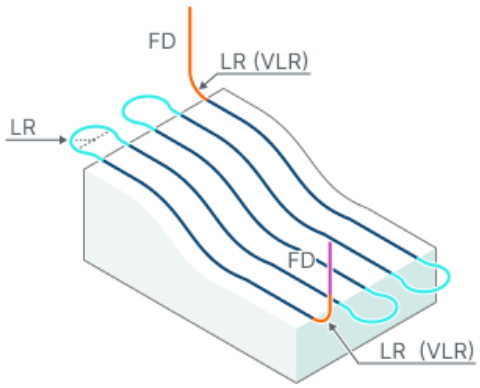


FD - Расстояние рабочей подачи
LR - Радиус перехода

Вертикальный радиус подхода.
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

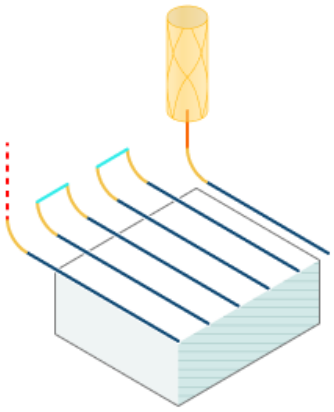
Параметр **Вертикальный радиус подхода** в сочетании с **Радиусом перехода** расширяет зону соединения, включая вертикальное смещение, позволяя выполнять переходы «Прыжок лягушки».

© 2025 ООО СПРУТ Технология



FD - Расстояние рабочей подачи
LR - Радиус перехода
VLR - Вертикальный радиус подхода

Переходы для операций 3D базовые.

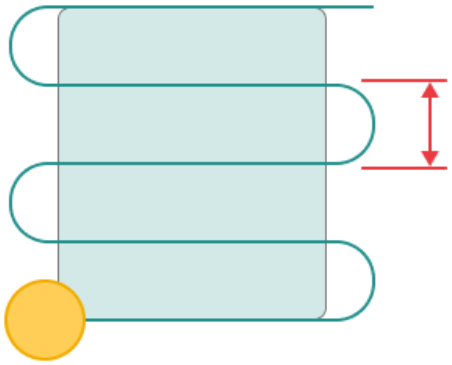


Область применения:

Эта группа определяет настройки для врезания или переходов между областями.

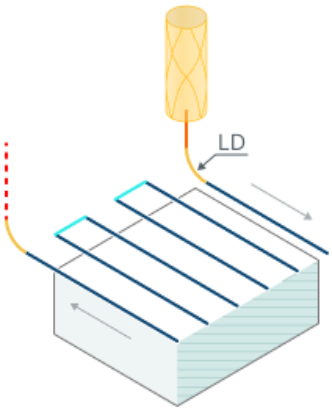
Макс длина короткого перехода.
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Устанавливает максимальное расстояние, при котором переходы считаются короткими.



Способ перехода.
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

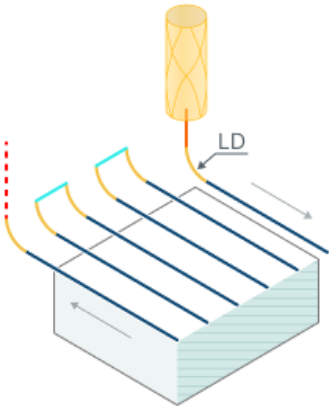
По прямой. Переходы осуществляются по кратчайшему расстоянию.



LD - Подходы

Отход-подход. Переходы осуществляются по **Подходам** и кратчайшему расстоянию.

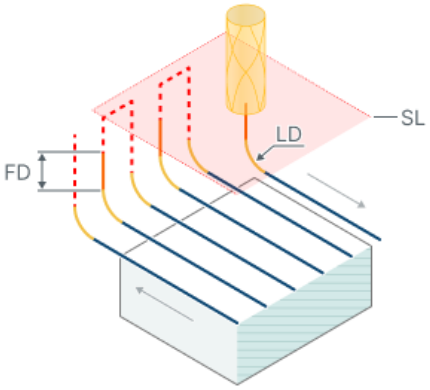
© 2025 ООО СПРУТ Технология



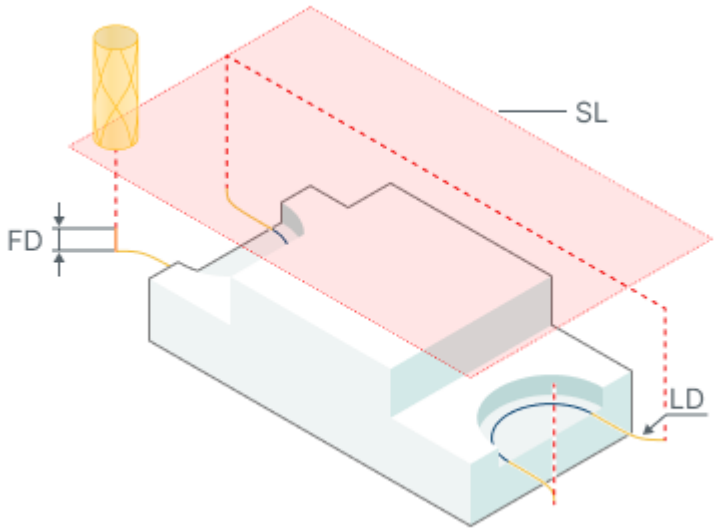
LD - Подходы

По безопасной плоскости.

Переход на возврате:
1.Подход(LD)
2.Безопасный уровень (SL)
Движение по плоскости безопасности
Переход на врезании:
1.Безопасный уровень (SL)
2. Расстояние рабочей подачи (FD)
3. Подходы (LD)



Переходы для контурных операций

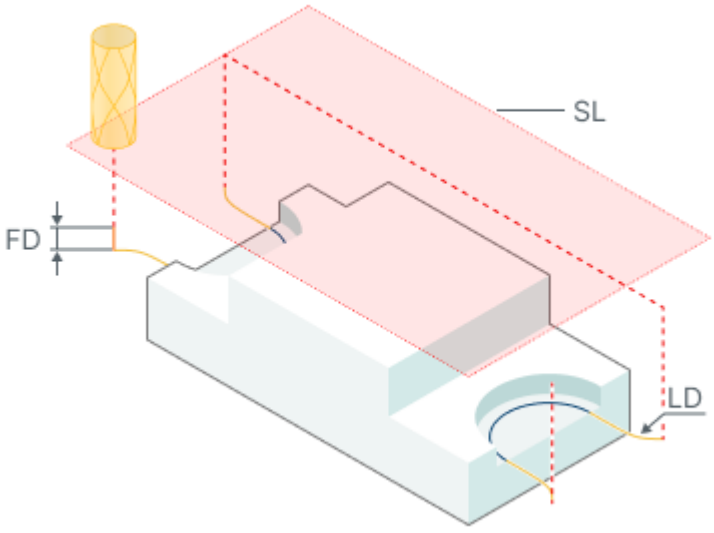


Область применения:

Эта группа определяет настройки для врезания или переходов между областями.

Переход.
Нажмите здесь для раскрытия...

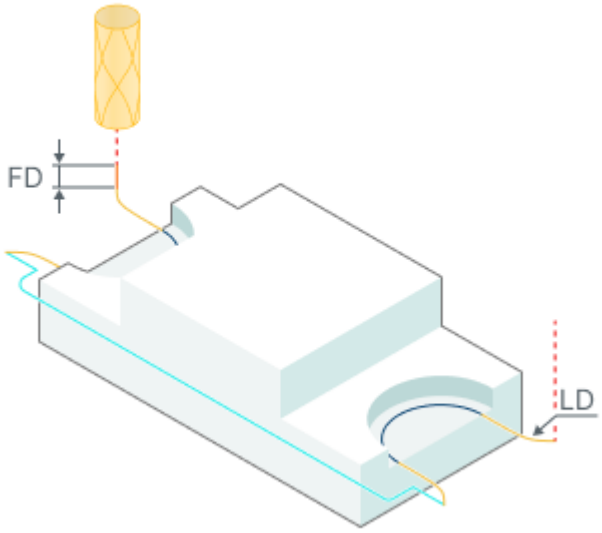
По безопасной плоскости. Переходы выполняются по поверхности безопасности на безопасном уровне.



FD - Расстояние рабочей подачи
SL - Безопасный уровень
LD - Подход

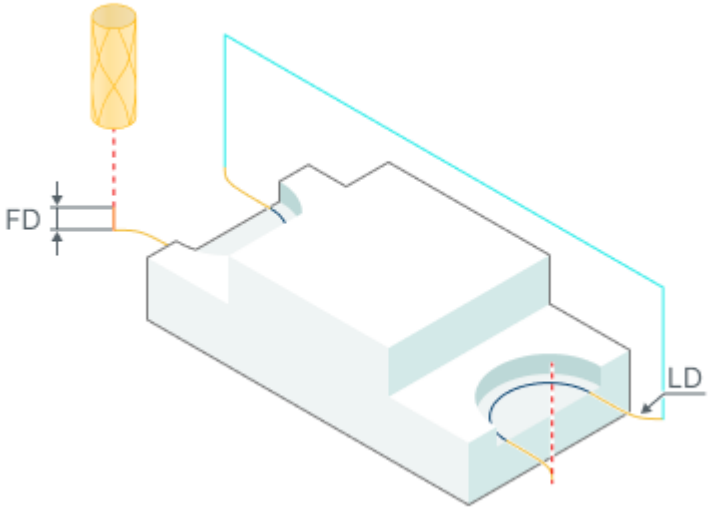
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Вокруг заготовки. Переходы выполняются на уровне рабочих проходов. Для корректной работы таких переходов необходимо активировать параметр **Учитывать заготовку** на вкладке **Параметры**. Алгоритм расчета траектории сгенерирует кратчайший путь без врезания в заготовку.



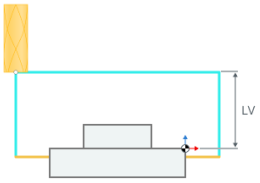
FD - Расстояние рабочей подачи
LD - Подход

По уровню. Переходы выполняются на заданном уровне, отсчитанном от **СК заготовки**.

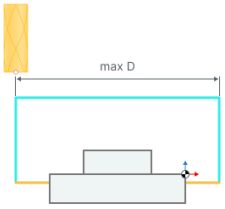


FD - Расстояние рабочей подачи
LD - Подход

Уровень. Уровень от СК заготовки, на котором выполняются переходы.



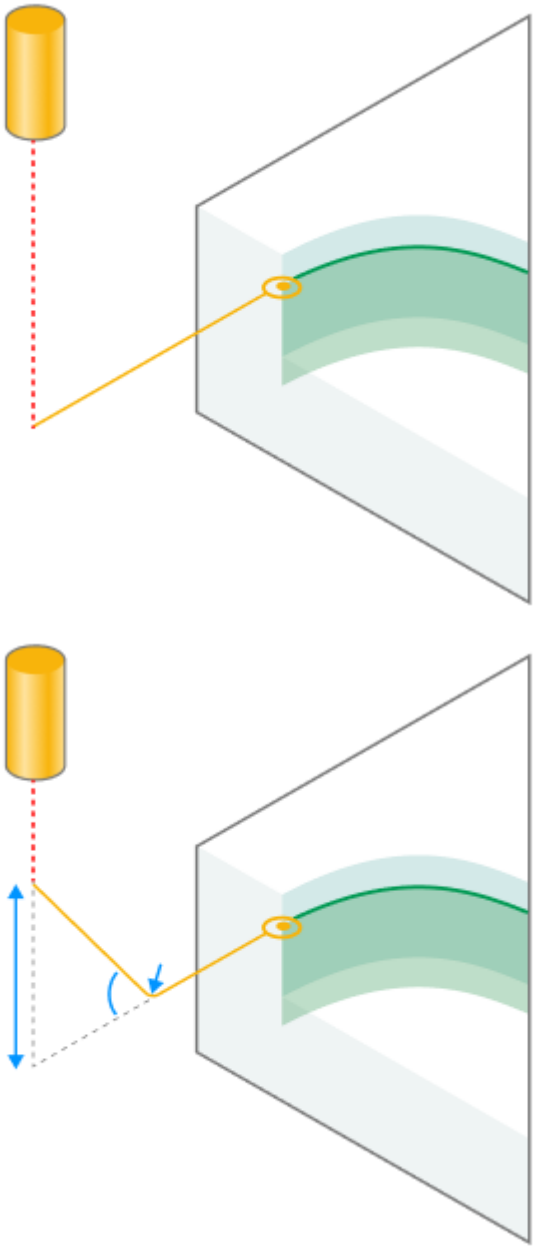
Максимальное расстояние. Определяет максимальное расстояние, на котором выполняются переходы **По** заданному **уровню**. Если расстояние оказывается больше, чем этот параметр, то переходы выполняются **По безопасной плоскости.**

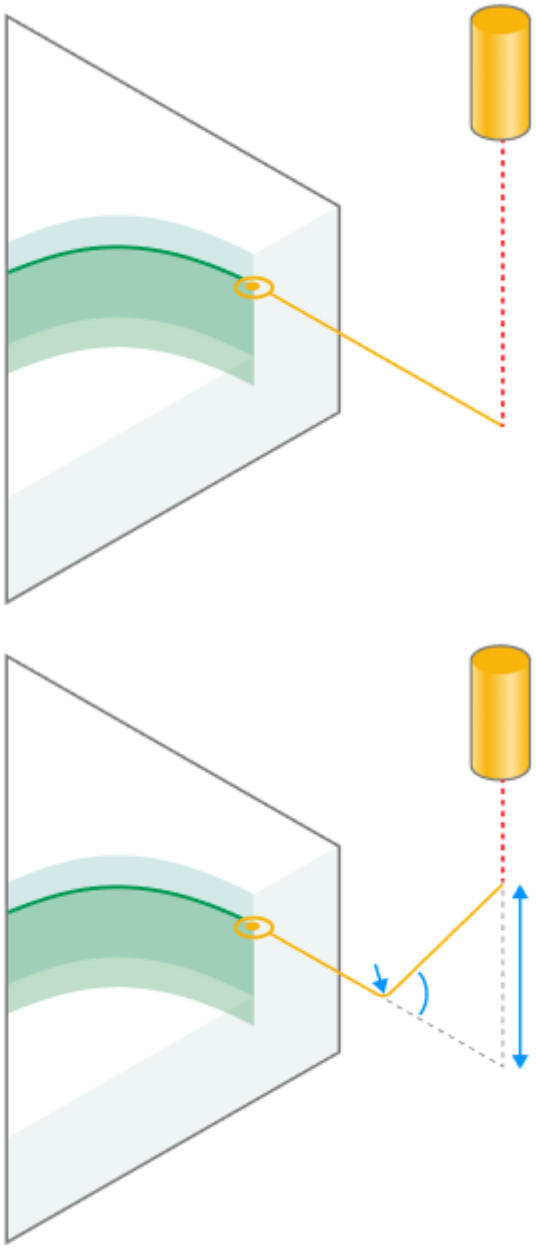


Опускание на подходе / Подъем на отходе.
Нажмите здесь для раскрытия...

Позволяет настроить способ опускания или подъема.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





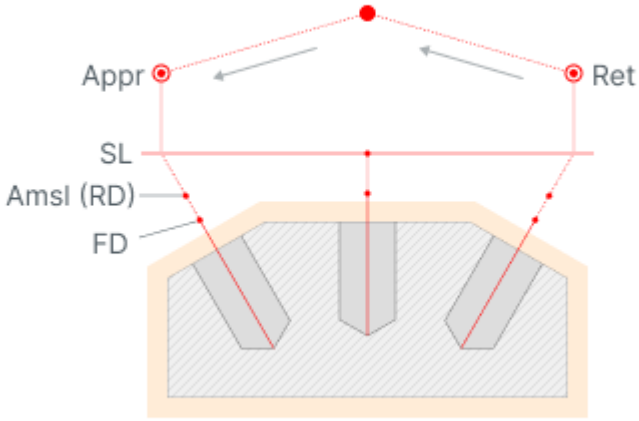
Высота. Определяет высоту подъема или опускания инструмента во время похода/отхода, выполняемого под углом.

Угол врезания. Определяет угол, под которым будет опускаться или подниматься инструмент во время подхода или отхода.

Радиус дуги сглаживания. Позволяет сгладить углы в траектории подхода/отхода с опусканием/подъемом дугой заданного радиуса.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Переходы в операциях обработки отверстий



Область применения:

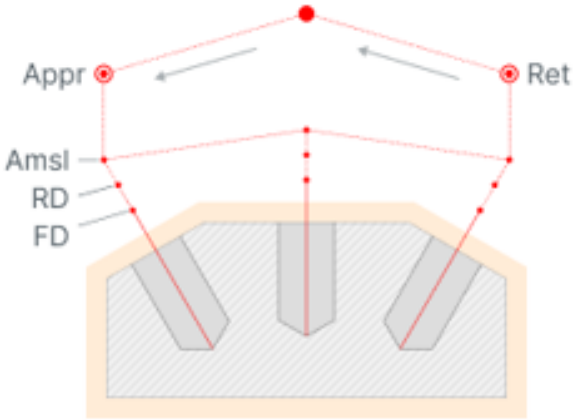
Параметры этой группы конкретизируют конечную точку движений подвода/отвода, а также определяют способ выполнения вспомогательных движений перехода от отверстия к отверстию.

Тип первого перехода:

Определяет способ подвода инструмента к первому обрабатываемому отверстию.

Нажмите здесь для раскрытия...

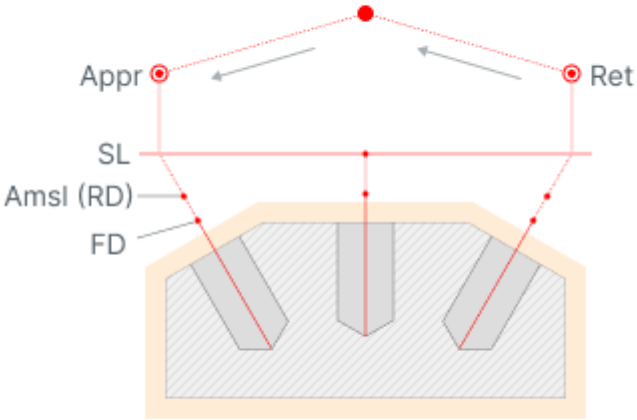
Через уровень безопасного перемещение по воздуху. Траектория инструмента продолжается вдоль оси отверстия до уровня безопасности перемещения по воздуху.



При таком правиле подход к первому отверстию осуществляется по следующей траектории:
1. **Позиция смены инструмента**
2. **Appr**- Подвод (промежуточные точки)
3. **Amsl** - Уровень безоп. перемещ. по воздуху
4. **RD** - Расстояние ускоренных перемещений (Если выключить параметр **Начинать циклы на уровне безоп. перемещ. по воздуху** на вкладке **Стратегия**)
5. **FD** - Расстояние рабочей подачи

Отвод в точку смены инструмента осуществляется через
Ret - Отвод (промежуточные точки)

Через поверхность безопасности. Траектория инструмента продолжается до тех пор, пока ось отверстия не пересечется с заданной безопасной поверхностью (плоскостью, цилиндром или сферой).

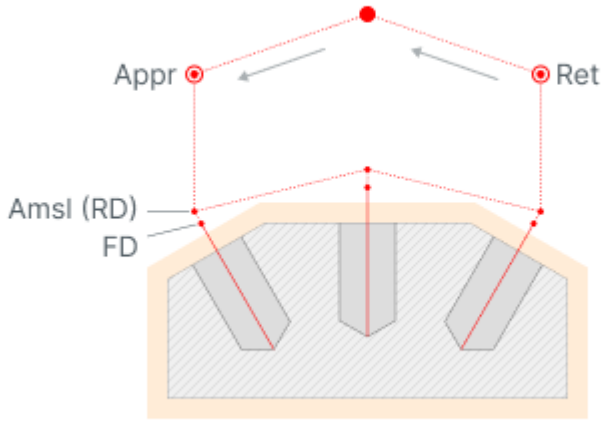


© 2025 ООО СПРУТ Технология

По этому правилу подход к первому отверстию осуществляется по следующей траектории::
1. **Позиция смены инструмента**
2. **Appr** - Подвод (промежуточные точки)
3. **SL** - Уровень поверхности безопасности
4. **Amsl**- Уровень безоп. перемещ. по воздуху (если активно) , иначе **RD** - Расстояние ускоренных перемещений
5. **FD** - Расстояние рабочей подачи

Отвод в точку смены инструмента осуществляется через **Ret** - Отвод (промежуточные точки)

Прямой. Прямой переход к первому обрабатываемому отверстию.



При таком правиле подход к первому отверстию осуществляется по следующей траектории:
1. **Позиция смены инструмента**
2. **Appr**- Подвод (промежуточные точки)
3. **Amsl**- Уровень безоп. перемещ. по воздуху (если активно) , иначе **RD** - Расстояние ускоренных перемещений
4. **FD** - Расстояние рабочей подачи

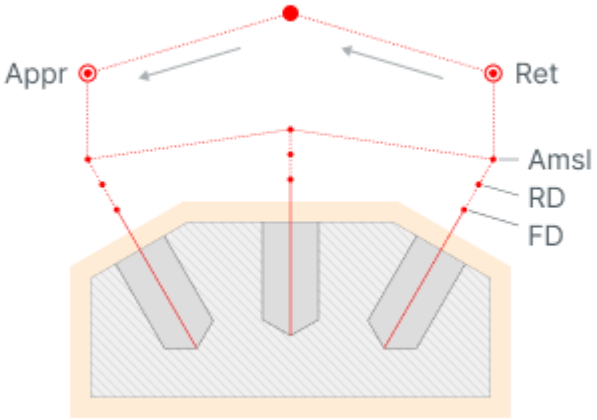
Отвод в точку смены инструмента осуществляется через **Ret** - Отвод (промежуточные точки)

Тип последнего перехода:

Определяет способ отвода инструмента от последнего обрабатываемого отверстия.

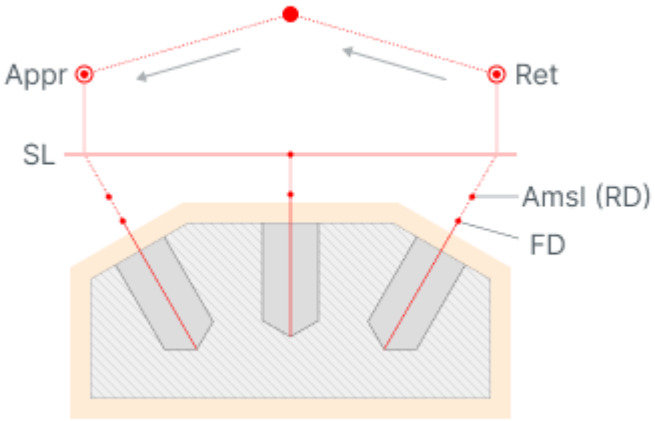
Нажмите здесь для раскрытия...

Через уровень безопасного перемещение по воздуху. Инструмент отходит по направлению своей нормали к уровню, определяемому параметром **Уровень безопасного перемещения по воздуху**.



При таком правиле отход от последнего отверстия осуществляется по следующей траектории:
1. **Amsl** - Уровень безоп. перемещ. по воздуху
2. **RD** - Расстояние ускоренных перемещений (Если выключить параметр **Начинать циклы на уровне безоп. перемещ. по воздуху** на вкладке **Стратегия**)
3. **FD** - Расстояние рабочей подачи
Отвод в точку смены инструмента осуществляется через **Ret** - Отвод (промежуточные точки)

Через поверхность безопасности. Инструмент отходит по направлению своей нормали к **Поверхности безопасности**.

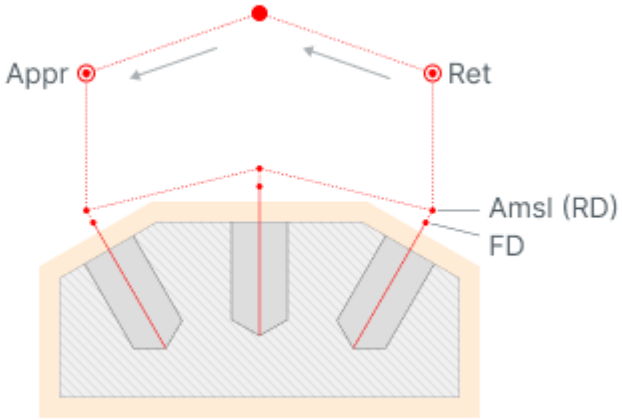


По этому правилу отход от последнего отверстия осуществляется по следующей траектории::
1. **SL** - Уровень поверхности безопасности
2. **Amsl**- Уровень безоп. перемещ. по воздуху (если

© 2025 ООО СПРУТ Технология

активно) , иначе **RD** - Расстояние ускоренных перемещений
3. **FD** - Расстояние рабочей подачи
Отвод в точку смены инструмента осуществляется через **Ret** - Отвод (промежуточные точки)

Прямой. Инструмент отходит по направлению своей нормали к **Расстоянию возврата.**



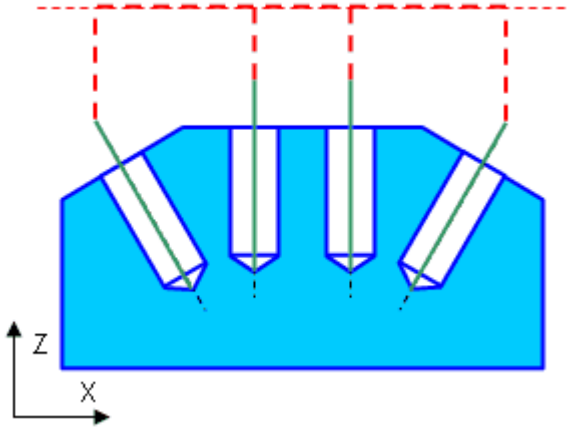
По этому правилу подход к первому отверстию осуществляется по следующей траектории::
1. **Amsl**- Уровень безоп. перемещ. по воздуху (если активно) , иначе **RD** - Расстояние ускоренных перемещений
2. **FD** - Расстояние рабочей подачи
Отвод в точку смены инструмента осуществляется через **Ret** - Отвод (промежуточные точки)

Тип длинных переходов:

Определяет способ перехода инструмента между последовательными обрабатываемыми отверстиями, если длина перехода между этими отверстиями больше величины, заданной в параметре **Макс длина короткого перехода**.

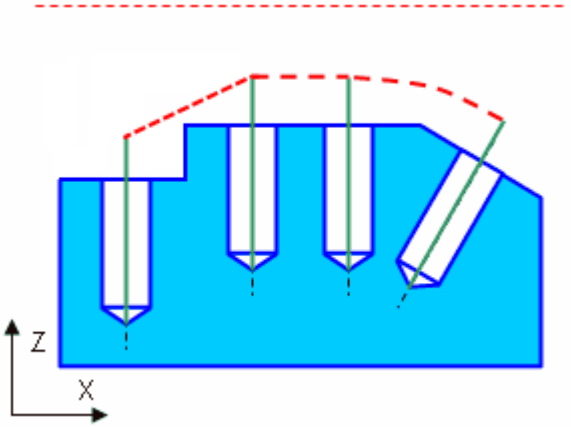
Нажмите здесь для раскрытия...

Через уровень безопасного перемещение по воздуху. Инструмент по кратчайшему пути подходит к следующему отверстию к уровню, определяемому параметром **Уровень безопасного перемещения по воздуху**, затем по направлению нормали инструмента подходит к **Расстоянию рабочей подачи**.

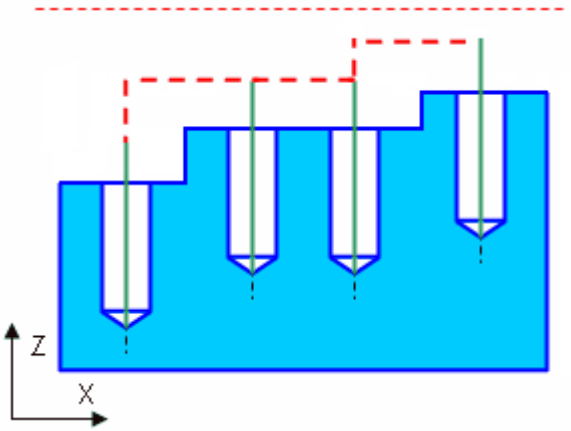


Через поверхность безопасности. Инструмент по **Поверхности безопасности** подходит к следующему отверстию к уровню, определяемому параметром **Безопасный уровень поверхности**, затем по направлению нормали инструмента подходит к **Расстоянию рабочей подачи**.

Прямой. Инструмент по кратчайшему пути подходит к следующему отверстию к уровню, определяемому параметром **Расстояние возврата**, затем по направлению нормали инструмента подходит к **Расстоянию рабочей подачи**.



Ортогональный. Если значение **Расстояния возврата** у следующего отверстия больше чем у текущего, то инструмент отводится вдоль своей нормали к уровню **Расстояния возврата** следующего отверстия, затем по кратчайшему пути переходит к следующему отверстию, затем опускается вдоль своей нормали к **Расстоянию рабочей подачи**.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

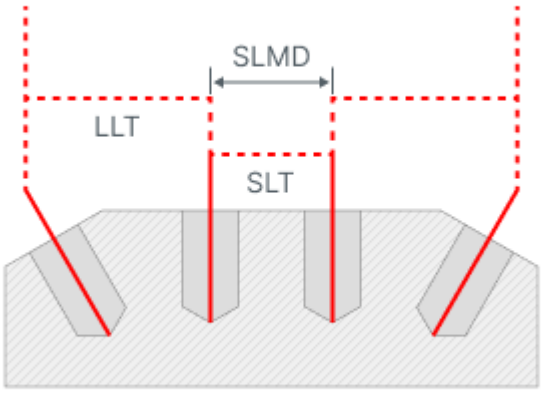
Тип коротких переходов:

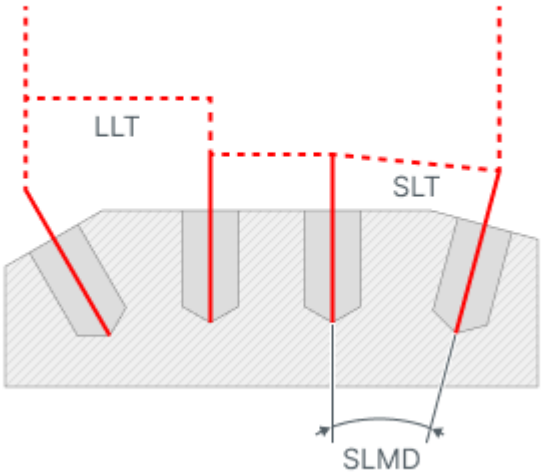
Определяет способ перехода инструмента между последовательными обрабатываемыми отверстиями, если длина перехода между этими отверстиями меньше величины, заданной в параметре **Макс длина короткого перехода**. Параметры те же самые, что и в **Типе длинных переходов**.

Максимальный угол короткого перехода / Максимальная длина короткого перехода:

Нажмите здесь для раскрытия...

Используя параметры **Макс длина короткого перехода** и **Макс. угол короткого перехода**, вы можете разделить случаи длинного и короткого перехода, чтобы можно было создавать разные типы переходов.
Если **Макс длина короткого перехода** и **Макс. угол короткого перехода** меньше расстояния между отверстиями, то переход выполняется по закону **Типа длинных переходов**. В противном случае он будет выполнен по закону **Типа коротких переходов.**





SLMD - Макс. длина короткого перехода

SLMA - Макс. угол короткого перехода

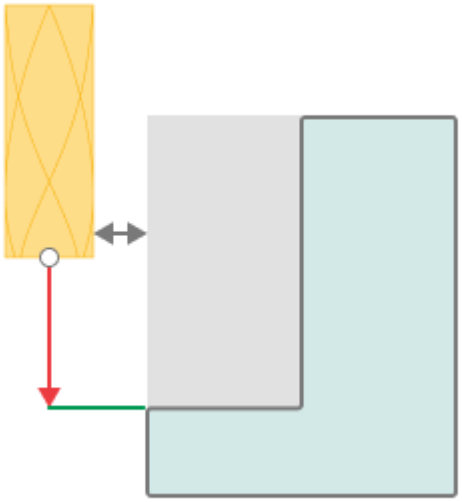
SLT - Тип коротких переходов

LLT- Тип длинных переходов

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.6.6 Подходы

Подходы в операциях, основанных на Черновой послойной

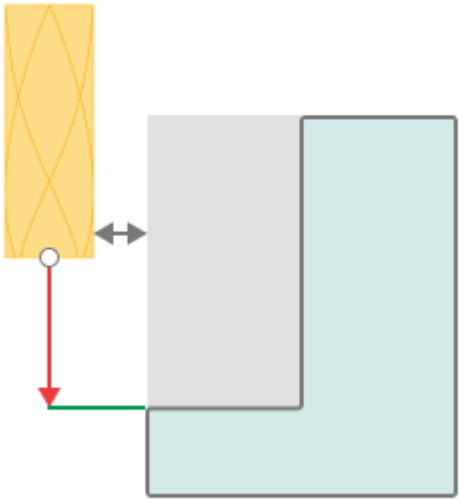


Область применения:

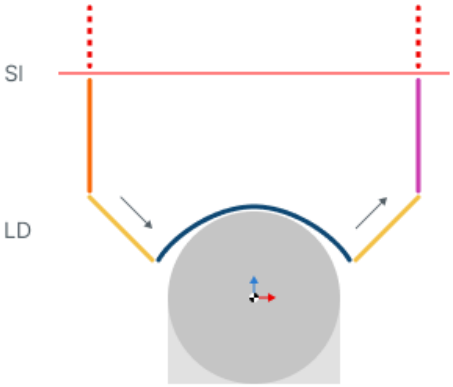
Позволяет добавлять к траектории дополнительные участки врезания к началу рабочего хода или участки отвода после окончания рабочего хода с использованием специфической подачи.

Безопасное расстояние:

Расстояние от заготовки, перпендикулярно оси инструмента, когда происходит переключение от/к ускоренной подаче или или подаче длинного перехода..



Подходы в 3D операциях



SI - Безопасный уровень

LD - Подходы

Область применения:

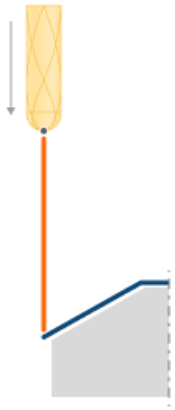
Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием специфической подачи.

Подход.

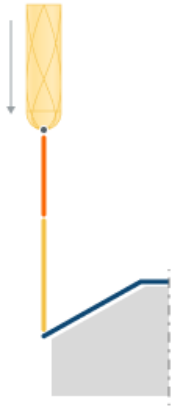
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Выкл. Траектория подхода не генерируется

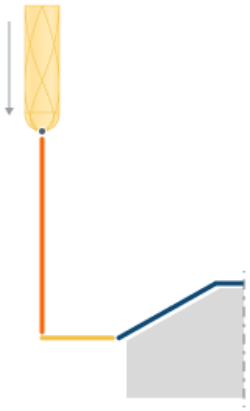
© 2025 ООО СПРУТ Технология



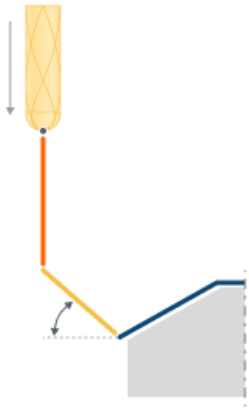
По вертикали. Подход выполняется вертикально до первой точки рабочего хода.



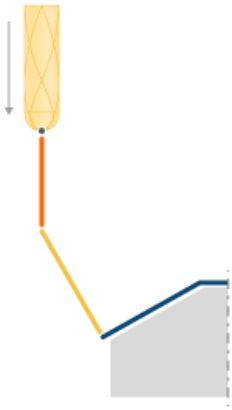
По горизонтали. Подход выполняется перпендикулярно оси инструмента до первой точки рабочего хода.



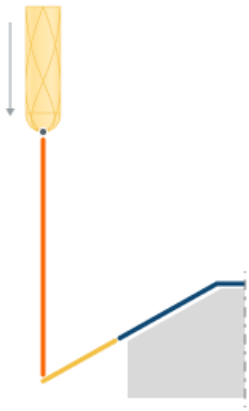
Под углом к оси Z. Подход осуществляется под углом к вертикали до первой точки рабочего хода.



По нормали. Подход выполняется по нормали к поверхности до первой точки рабочего хода

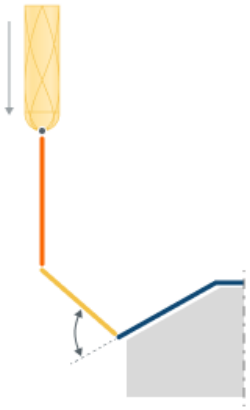


По касательной. Подход выполняется по касательной к траектории рабочего прохода до первой точки рабочего хода

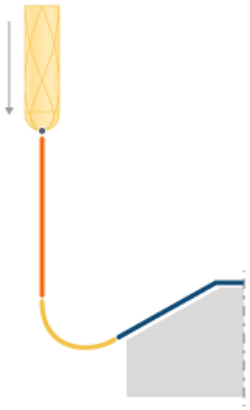


Под углом к касательной. Подход выполняется под углом к касательной до первой точки рабочего хода

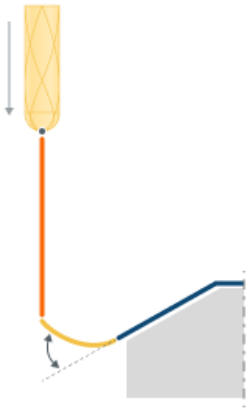
© 2025 ООО СПРУТ Технология



По дуге. Система добавляет дугу к первой точке траектории рабочего прохода, используя заданный радиус.

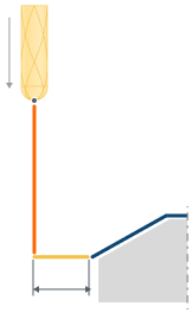


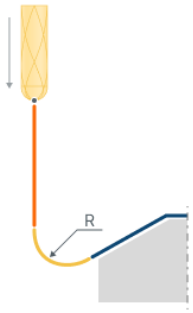
По дуге(угол). Система добавляет дугу к первой точке траектории рабочего прохода, используя заданный радиус. Угол дуги строится по касательной рабочего прохода.



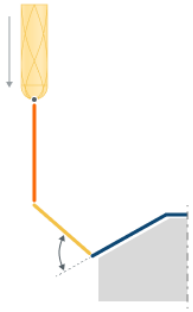
В зависимости от подхода становится возможным управление дополнительными параметрами:

Длина (Радиус). Изменяет длину





Угол. Изменяет вертикальный угол

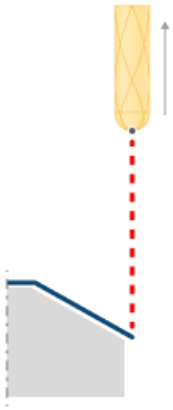


Отход.

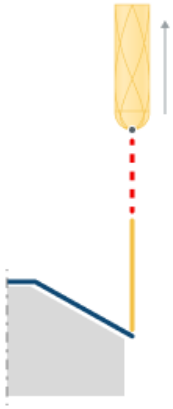
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Выкл. Траектория отхода не генерируется

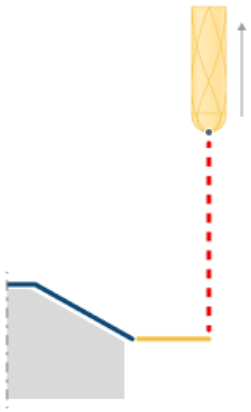
© 2025 ООО СПРУТ Технология



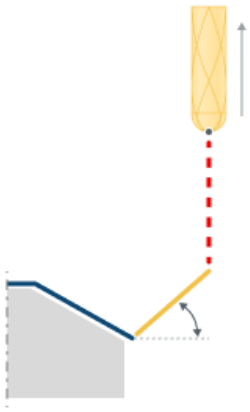
По вертикали. Отход осуществляется вертикально от последней точки рабочего прохода.



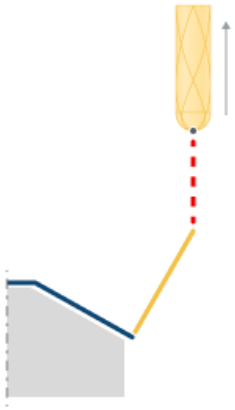
По горизонтали. Отвод осуществляется перпендикулярно оси инструмента от последней точки рабочего хода.



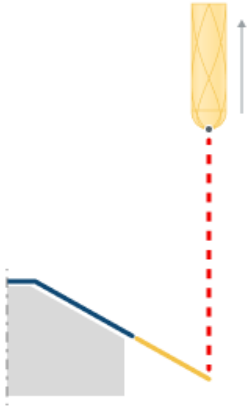
Под углом к оси Z. Отвод осуществляется под углом к вертикали от последней точки рабочего хода.



По нормали. Отвод осуществляется по нормали к поверхности от последней точки рабочего хода.

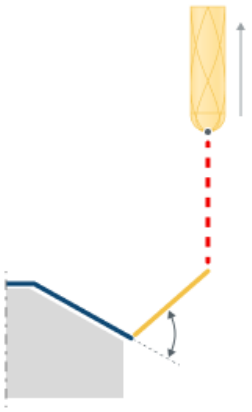


По касательной. Отвод осуществляется по касательной от последней точки рабочего хода.

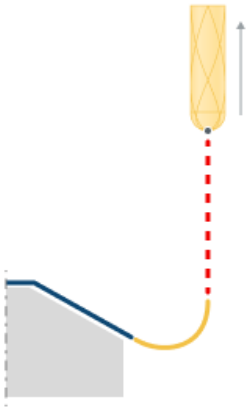


© 2025 ООО СПРУТ Технология

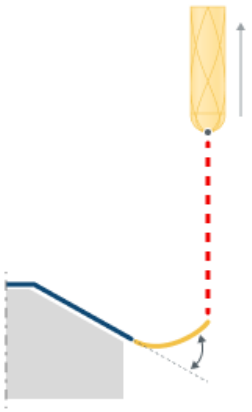
Под углом к касательной. Отвод осуществляется под углом к касательной от последней точки рабочего хода.



По дуге. Система добавляет дугу к последней точке траектории рабочего прохода, используя заданный радиус.

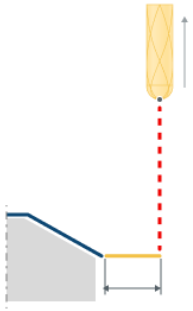


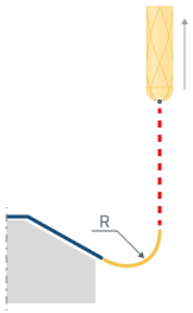
По дуге(угол). Система добавляет дугу к последней точке траектории рабочего прохода, используя заданный радиус. Угол дуги строится из касательной рабочего прохода.



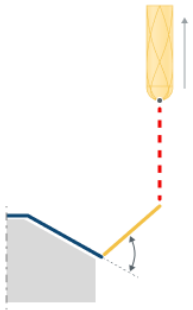
В зависимости от отхода становится возможным управление дополнительными параметрами:

Длина (Радиус). Изменяет длину



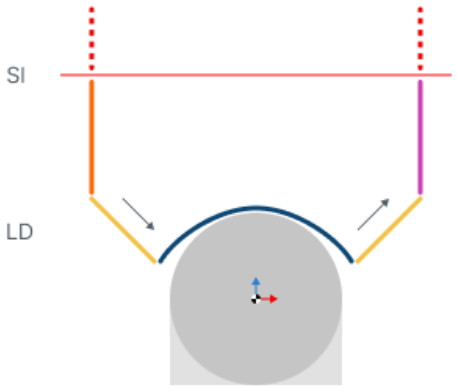


Угол. Изменяет вертикальный угол



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Подходы для операций 3D/5D продвинутые



Sl - Безопасный уровень

LD - Подходы

Область применения:

Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием специфической подачи.

Подход.
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

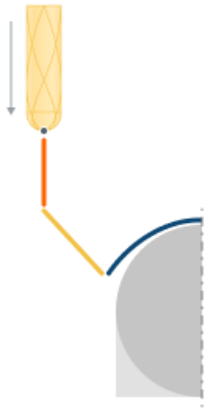
Выкл. Траектория подхода и отхода не генерируется



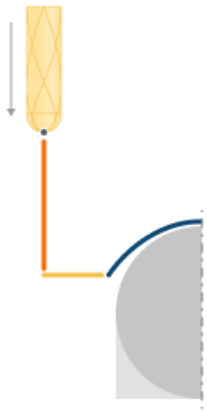
По нормали. Подход выполняется вдоль оси инструмента до первой точки рабочего хода.



По нормали к поверхности. Подход выполняется по нормали к поверхности в первой точке рабочего хода.

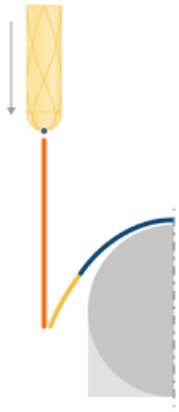


Горизонтальная нормаль. Подвод выполняется перпендикулярно оси инструмента до первой точки рабочего хода

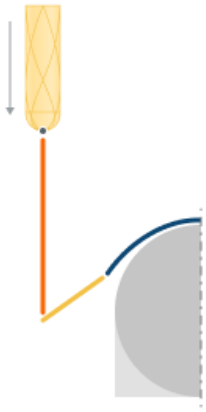


© 2025 ООО СПРУТ Технология

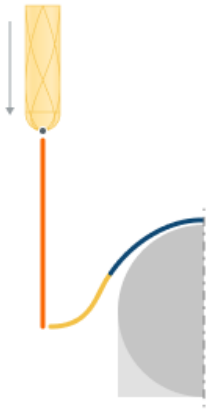
По касательной. Подвод осуществляется по касательной к траектории рабочего хода в первой точке обработки.



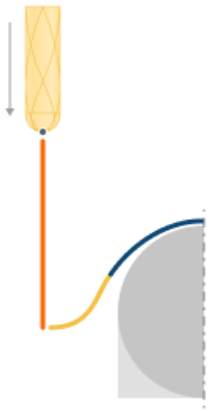
Под углом к касательной. Подвод осуществляется под углом к касательной к траектории рабочего хода в первой точке рабочего хода.



По верт. дуге. Система добавляет дугу к первой точке кривой, используя заданный радиус. Дуга лежит в вертикальной плоскости и касается первой точки рабочего хода траектории, примененной к контуру. Угол кривой определяется пользователем. Погружение инструмента выполняется на вертикальном конце дуги, затем инструмент перемещается вдоль дуги и далее на рабочий проход.



Дуга по нормали. Система добавляет дугу к первой точке кривой, используя заданный радиус. Дуга лежит в вертикальной плоскости и касается первой точки рабочего хода траектории, примененной к контуру. Угол кривой рассчитывается так, чтобы касательная на другой стороне дуги была вертикальной. Погружение инструмента выполняется на вертикальном конце дуги, затем перемещается вдоль дуги и далее на рабочий проход.



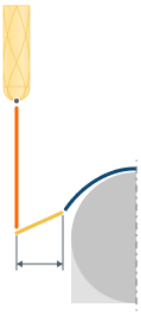
Горизонтальная дуга. Используется при построении траектории в горизонтальном направлении. Система добавляет дугу, касательную к траектории рабочего прохода, под заданным углом, с углом в горизонтальной плоскости.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

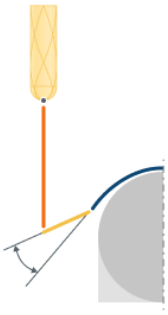


В зависимости от Подхода становится возможным управление дополнительными параметрами:

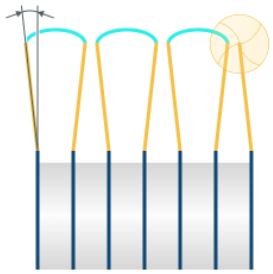
Длина (Радиус). Изменяет длину.



Угол. Изменяет вертикальный угол.



Угол в плане. Изменяет горизонтальный угол.



Отход.
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Выкл. Траектория отхода не генерируется

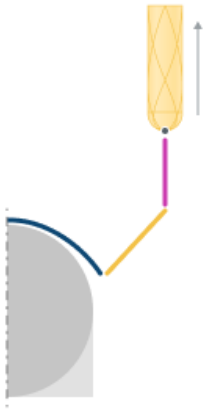


По нормали. Отход производится вдоль оси инструмента от последней точки рабочего хода

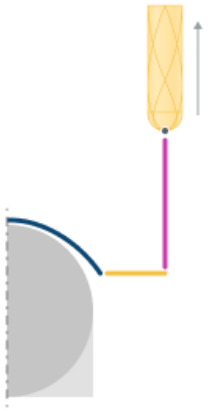


По нормали к поверхности. Отход осуществляется по нормали к поверхности от последней точки рабочего хода.

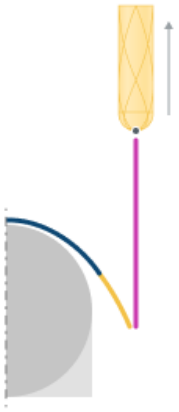
© 2025 ООО СПРУТ Технология



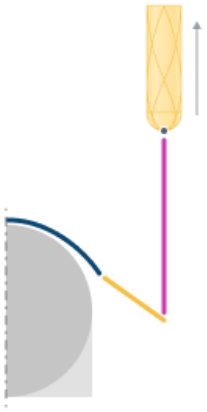
Горизонтальная нормаль. Отход осуществляется перпендикулярно оси инструмента от последней точки рабочего хода



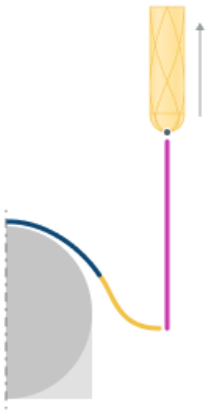
По касательной. Отход по касательной к траектории рабочего хода от последней точки рабочего хода



Под углом к касательной. Отход осуществляется под углом к касательной к траектории рабочего хода от последней точки рабочего хода.

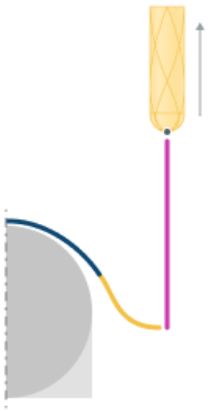


По верт. дуге. Отход выполняется в обратном порядке, аналогично подходу **По вертикальной дуге**.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Дуга по нормали. Отход выполняется в обратном порядке подходу по **Дуге по нормали**.

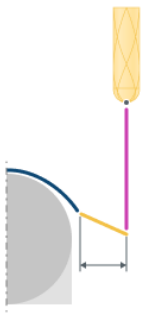


Горизонтальная дуга. Используется при построении траектории в горизонтальном направлении. Система добавляет дугу, касательную к траектории рабочего прохода, под заданным углом, с углом в горизонтальной плоскости.

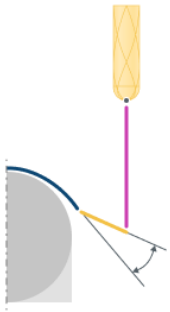


В зависимости от Отход становится возможным управление дополнительными параметрами:

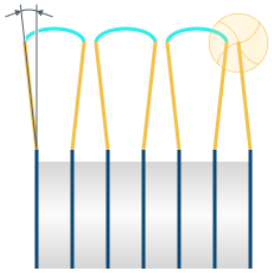
Длина (Радиус). Изменяет длину.



Угол. Изменяет вертикальный угол.



Угол в плане. Изменяет горизонтальный угол.

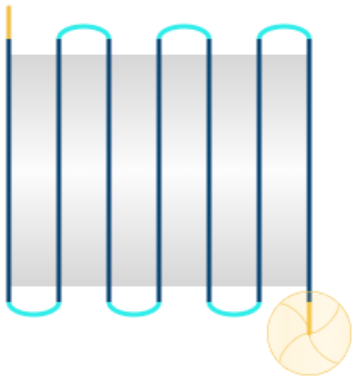


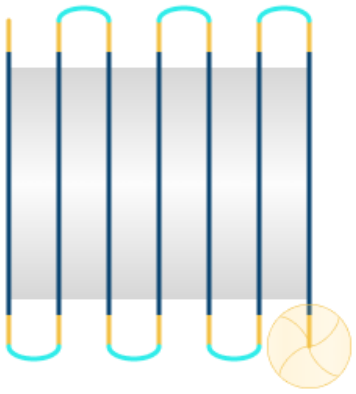
Исп. подходы при коротких переходах.

Вкл: При включении подходы добавляются ко всем переходам, включая короткие.

Выкл: При выкл. подходы добавляются только к длинным переходам и к переходам захода/выхода.

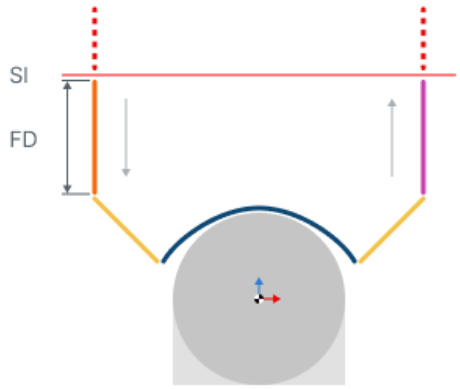
© 2025 ООО СПРУТ Технология





5.2.6.7 Расстояния

Расстояние для 3D-операций

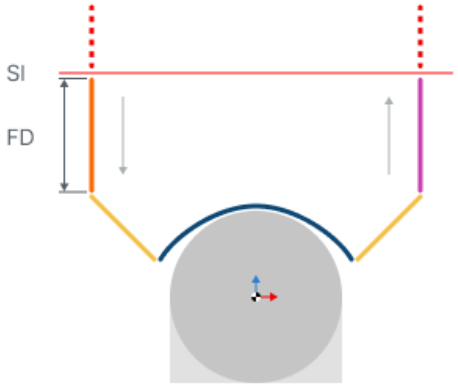


Область применения:

Расстояния, необходимые для переключения подачи.

Расстояние рабочей подачи.
: Расстояние, на котором вертикальное перемещение переключается на рабочую подачу.

Нажмите здесь, чтобы развернуть..



SL - Безопасный уровень

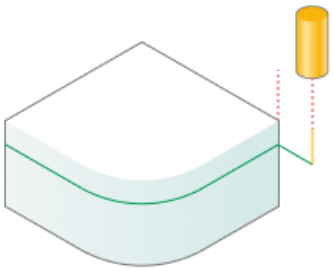
FD - Расстояние рабочей подачи

Включение подачи подхода происходит при движении к заготовке от **Поверхности безопасности** или от **Расстояния ускоренного хода**. В пределах расстояния FD действует подача подхода. Переключение на рабочую подачу происходит на уровне рабочих проходов или когда начинается движение подхода с подачей врезания. Значение FD можно установить:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- в единицах длины от точки начала врезания;
- относительно уровня заготовки в единицах длины;
- в процентах от диаметра инструмента;
- в процентах от расстояния между проходами.

Расстояния, основанные на операции Черновая послойная

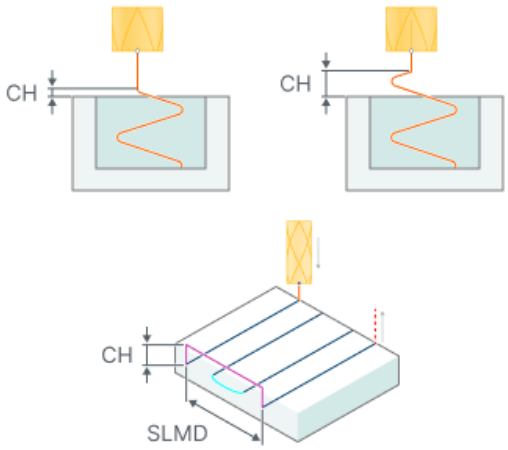


Область применения:

Расстояния, необходимые для переключения скоростей подачи.

Расстояние отскока
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

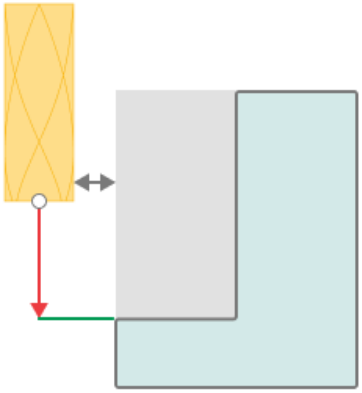
Расстояние на которое поднимается инструмент, когда переход осуществляется по уже обработанной зоне (Если значение перехода больше значения **Макс. длина короткого перехода**), т.е. переход считается длинным. Он также используется в качестве значения зазора при врезании в закрытых областях.



CH - Расстояние отскока
SLMD - Макс. длина короткого перехода

Безопасное расстояние
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

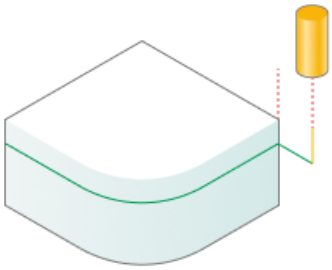
Расстояние от заготовки, в направлении перпендикулярном оси инструмента, когда происходит переключение от/к ускоренной подаче.



Расстояние рабочей подачи.

Расстояние(вдоль оси инструмента) от включения подачи подхода до переключения на рабочую подачу.

Нажмите здесь, чтобы развернуть..

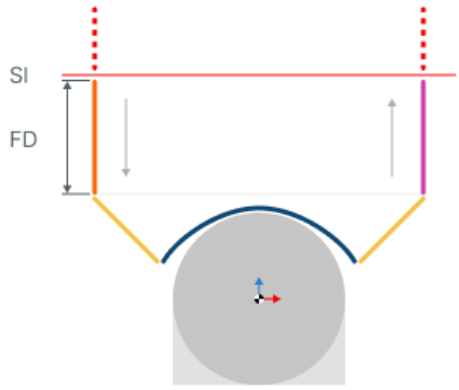


Включение подачи подхода происходит при движении к заготовке от **Поверхности безопасности**. В пределах этого расстояния действует подача подхода. Переключение на рабочую подачу происходит на уровне рабочих проходов. Значение этого расстояния можно установить:

- в единицах длины от точки начала врезания;
- относительно уровня заготовки в единицах длины;
- в процентах от диаметра инструмента;
- в процентах от расстояния между проходами.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Расстояния для 3D/5D продвинутых операций

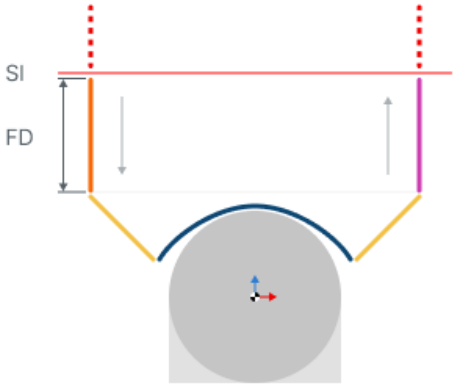


Область применения:

Расстояния, используемые в правилах переходов, для переключения скоростей перемещений.

Расстояние рабочей подачи.
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Расстояние(вдоль оси инструмента) от включения подачи подхода до переключения на рабочую подачу.



SL - Безопасный уровень

FD - Расстояние рабочей подачи

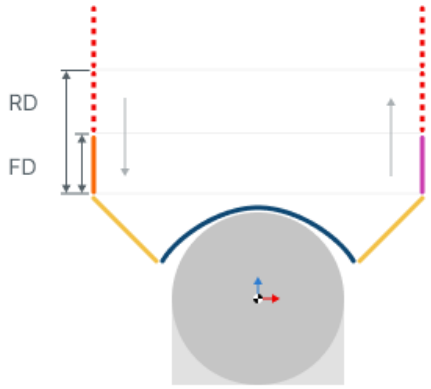
Включение подачи подхода происходит при движении к заготовке от **Поверхности безопасности** или от **Расстояния ускоренного хода**. В пределах расстояния FD действует подача подхода. Переключение на рабочую подачу происходит на уровне рабочих проходов или когда начинается движение подхода с подачей врезания. Значение FD можно установить:

- в единицах длины от точки начала врезания;
- относительно уровня заготовки в единицах длины;

- в процентах от диаметра инструмента;
- в процентах от расстояния между проходами.

Расстояние ускоренных перемещений.
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Это расстояние от обрабатываемой детали, до которого выполняются перемещения подвода в начале обработки или перемещения отвода после ее завершения.



FD - Расстояние рабочей подачи

RD - Расстояние ускор. перемещений

Данный метод выступает как альтернативный способ задания уровней входа/выхода или уровней переходов для инструмента вместо использования **безопасной поверхности**.

Важное условие: **Расстояние ускоренных перемещений** должно превышать **Расстояние рабочей подачи**.

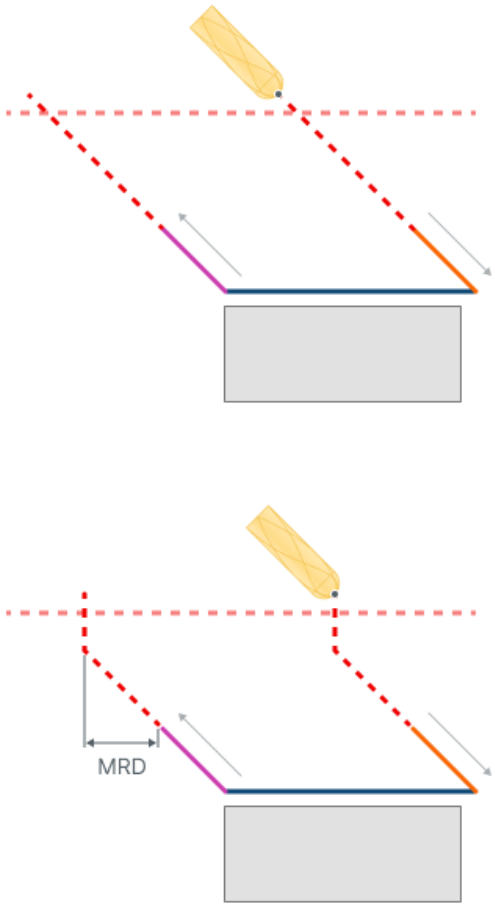
Макс высота отвода
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Это самое большое расстояние, которое инструмент может пройти вдоль своей оси на ускоренном ходу.

Вкл.: Переходы и подходы осуществляются в направлении оси инструмента на расстояние параметра, затем перемещение к плоскости безопасности осуществляется вертикально.

Выкл.: Переходы и подходы осуществляются в направлении оси инструмента к плоскости безопасности.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

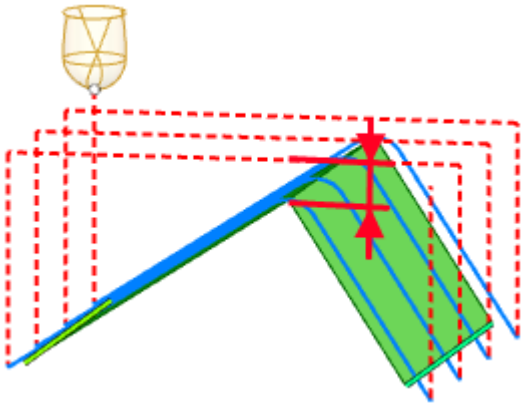


Выкл Вкл

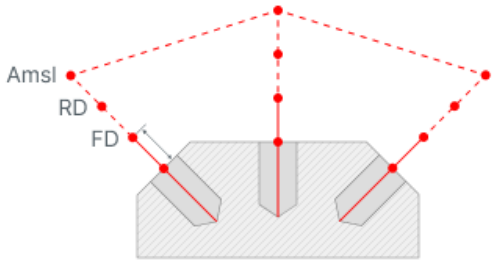
MRD - Макс высота отвода

Безоп. расстояние перемещений по воздуху
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

При использовании типа переходов **Расстояние ускоренных перемещений**, проверяется расстояние между инструментом и заготовкой в направлении оси инструмента. В местах, где это расстояние меньше, чем **Безопасное расстояние перемещений по воздуху**, инструмент снова поднимается на высоту **Расстояния ускоренных перемещений**. Таким образом, для этого типа переходов, **Безопасное расстояние перемещений по воздуху** - это минимальное расстояние между инструментом и заготовкой, в то время как **Расстояние ускоренных перемещений** – это максимальное расстояние между инструментом и заготовкой..



Расстояния в операциях сверления



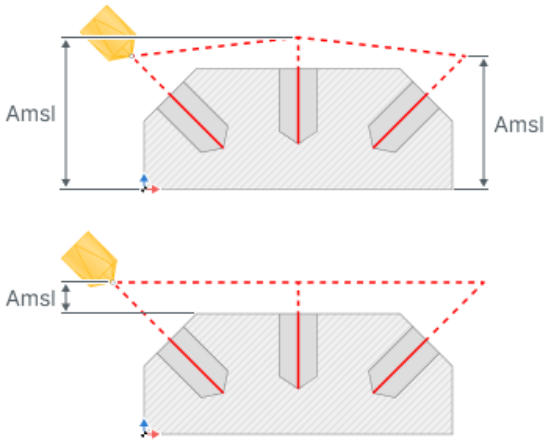
Область применения:

Расстояния, используемые в правилах переходов, для переключения скоростей перемещений.

Уровень безоп. перемещ. по воздуху
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Траектория инструмента продолжается вдоль оси отверстия до **Уровень безоп. перемещ. по воздуху**. **Уровень безоп. перемещ. по воздуху** может быть определен как **абсолютное** расстояние от начала координат ЛСК или как расстояние в **приращениях от верхнего уровня детали** (плюс заготовка и приспособления)

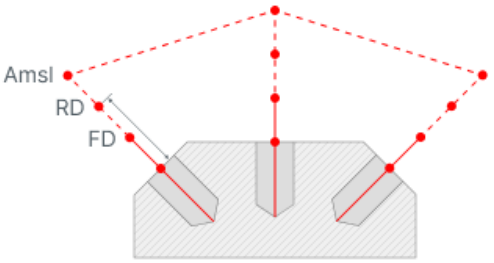
© 2025 ООО СПРУТ Технология



AMSL - Уровень безоп. перемещ. по воздуху

Расстояние ускоренных перемещений
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

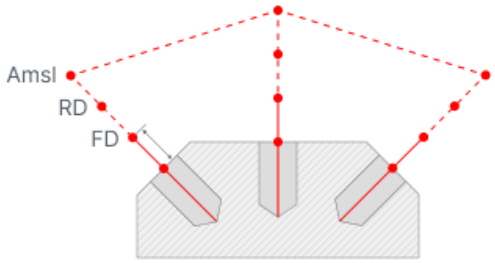
Расстояние ускоренных перемещений определяет точку на оси отверстий, в которой должен начаться цикл. Инструмент перейдет в эту точку на холостой подаче. Если включена опция **Начинать циклы на уровне безоп. перемещ. по воздуху**, то эта точка продлевается до уровня безопасности **Уровень безоп. перемещ. по воздуху**.



AMSL - Уровень безоп. перемещ. по воздуху
RD - Расстояние ускоренных перемещений
FD - Расстояние рабочей подачи

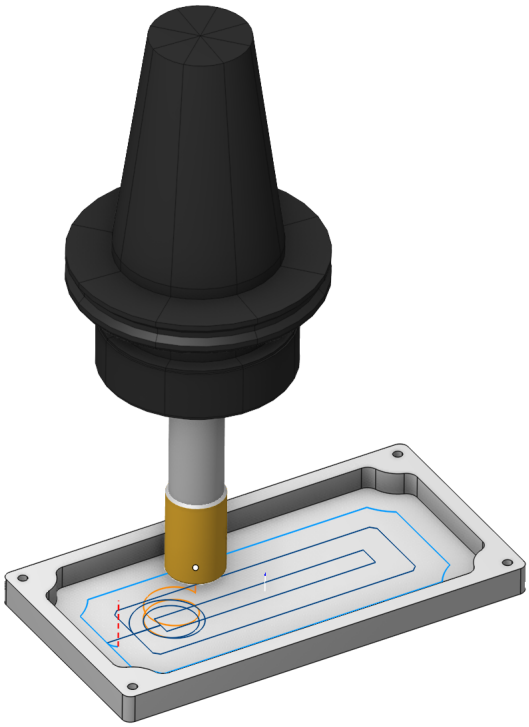
Расстояние рабочей подачи
Нажмите здесь, чтобы развернуть..

Расстояние подачи определяет точку на оси отверстия от верхнего уровня отверстия, на которой скорость подачи переключается с быстрой на рабочую. Таким образом, это расстояние используется для избежания столкновения на быстрой подаче.



AMSL - Уровень безоп. перемещ. по воздуху
RD - Расстояние ускоренных перемещений
FD - Расстояние рабочей подачи

5.2.6.8 Параметры врезания в выборке



Область применения:

При невозможности подойти снаружи к обрабатываемому участку система автоматически генерирует траекторию врезания инструмента в материал для подхода к первой точке рабочего хода на первом уровне резания. Врезание — это участок траектории, который обеспечивает перемещение инструмента по координате Z в теле заготовки. Врезание производится следующим образом:

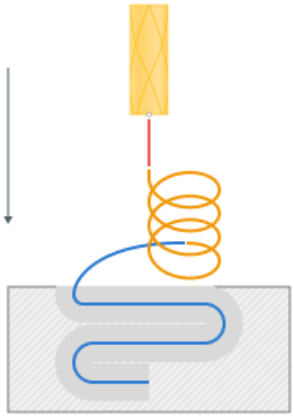
© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Подвод инструмента по координатам: XY - в точку опускания, а по координате Z - на высоту **Безопасной плоскости** операции.
- Вертикальное опускание на ускоренной подаче до **Расстояния рабочей подачи**.
- Вертикальное опускание на подаче подхода до **Расстояния отскока**.
- Врезание по выбранному методу на подаче подхода к точке начала резания.
- Начало резания на первом уровне.

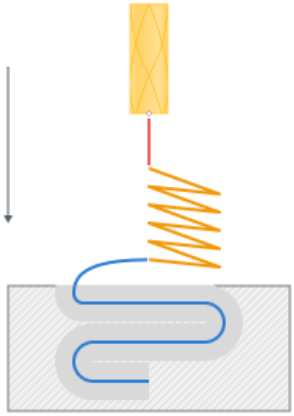
В системе доступны следующие методы врезания:

Нет. Установите его, если вы не хотите, чтобы было врезание.

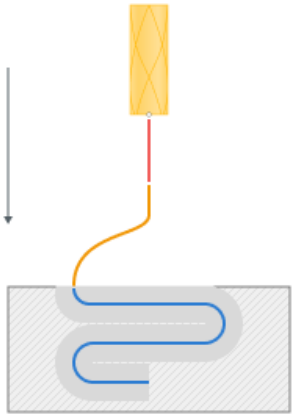
Врезание по спирали. Инструмент совершает движение по окружности, с одновременным опусканием по оси Z, сопряженное в своей последней точке с первой точкой резания. Диаметр окружности определяется системой между **Минимальным** и **Максимальным размером**.



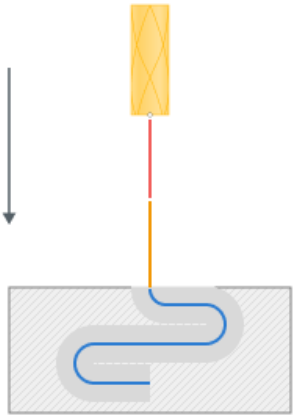
Врезание зигзагом. Инструмент совершает возвратно-поступательное движение вдоль отрезка прямой, сопряженной с первой точкой резания. Длина отрезка определяется системой между **Минимальным** и **Максимальным размером**.



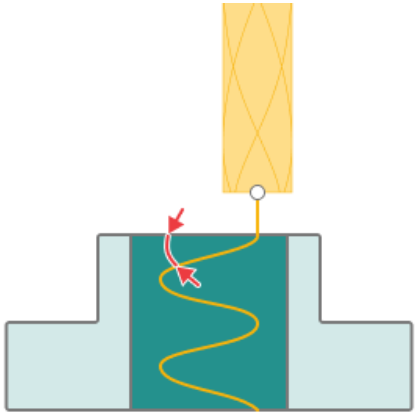
Врезание вдоль кривой. Инструмент подводится к первой точке подхода и движется вдоль кривой, эквидистантной к контуру обрабатываемой поверхности. Конец процесса врезания происходит в первой точке резания.



Осевое врезание. Осуществляется по вертикальной прямой в первую точку подхода.



Угол погружения. Угол погружения определяет скорость погружения. Чем больше угол, тем быстрее инструмент погружается в материал.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

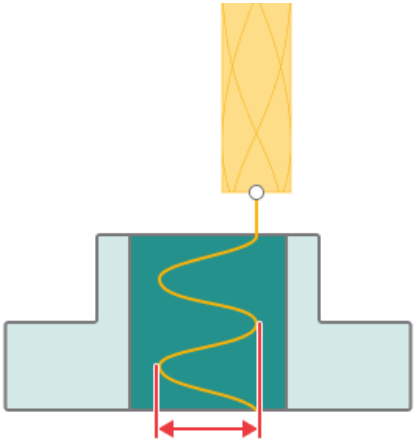
Мин. размер. Минимальный размер погружения определяет:

- минимально допустимый диаметр спирали в спиральных погружениях,

- минимальную амплитуду **Зигзага**,

- минимальную сторону врезания **Вдоль кривой**.

Если программное обеспечение CAM не может сформировать врезание выбранного типа с заданным минимальным размером, оно пытается использовать следующий доступный метод врезания. Если больше доступных типов углублений нет, углубление остается необработанным.



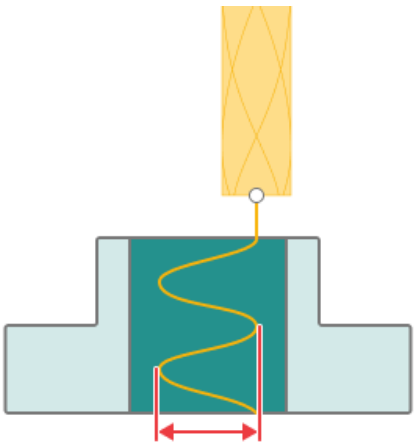
Макс. размер. Максимальный размер погружения определяет:

- максимально допустимый диаметр спирали в спиральных погружениях,

- максимальную амплитуду **Зигзага**,

- максимальную сторону врезания **Вдоль кривой**.

Когда программное обеспечение CAM не может сформировать врезания по выбранному методу без зарезов с заданным максимальным размером, оно пытается уменьшить размер на величину, указанную в параметре **Шаг уменьшения**, до тех пор, пока врезание не станет возможным или размер не достигнет минимально допустимого значения, после чего программное обеспечение CAM пытается применить другой метод врезания из списка..



Шаг уменьшения. Параметр определяет величину, на которую программное обеспечение CAM уменьшает размер врезания, если оно не может сформировать углубление без зарезов. Когда программное обеспечение CAM не может сформировать углубление выбранного типа без зарезов с заданным оптимальным размером, оно пытается уменьшить размер на величину, указанную в параметре Шаг уменьшения, до тех пор, пока углубление не станет возможным или размер не достигнет минимально допустимого значения, после чего программное обеспечение CAM пытается применить другой метод врезания из списка.

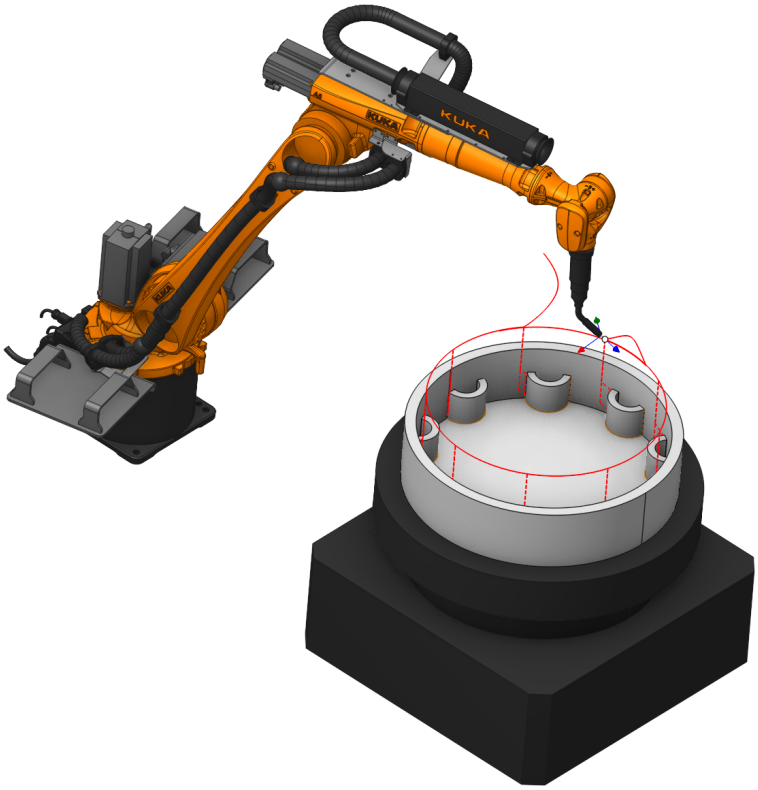
Радиус скругления.

Вкл.: Место соединения наклонной траектории врезания и горизонтального участка резания сглаживается дугой указанного радиуса.

Выкл.: Место соединения наклонной траектории врезания и горизонтального участка резания не сглаживается.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.7 Преобразования



5.2.7.1 **Область применения:**

Набор параметров операций, позволяющих выполнить преобразование координат для рассчитываемой в процессе работы траектории движения инструмента.

5.2.7.2 **Основные настройки:**

Копирование детали.

Способ вывода копии детали.

Нажмите здесь для раскрытия...

Метод копирования. Способ вывода кода обработки копии детали.

Использование реальных копий. Использование развернутого кода.

Использование подпрограмм. Использование подпрограмм.

По умолчанию. Использует реальные копии

Размножение траектории по оси.

Функция **Размножение траектории по оси** может помочь при обработке повторяющихся фрагментов модели. Вы можете определить обработку только для одной из повторяющихся деталей, а затем просто определить количество и ориентацию тех же элементов. Работает с физическими осями оборудования

Нажмите здесь для раскрытия...

Порядок обработки.

Последовательно. Повторяющиеся копии траектории инструмента, которые располагаются по окружности, при этом количество и шаг угла задаются в соответствующем поле.

Шаг. Значение для увеличения координатной оси, определенной выше..

Количество. Количество повторов размножения траектории.

Максимально удаленно. Повторяющиеся копии траектории располагаются по окружности, при этом в соответствующем поле указывается количество и шаг угла. Элементы сортируются дальше друг от друга.

Вручную. Повторяющиеся копии траектории располагаются по кругу. Количество и угол каждого элемента задаются пользователем.

Шаги. Количество повторений блока под собственным углом

Угол. Угол повторений конкретного блока

Оформить как подпрограмму. Повторяющаяся конструкция блока как подпрограмма. Дополнительно вы можете указать имя в поле. Если Оформить как подпрограмму отключена, то повторяющийся блок снова и снова вставляется в CLData с пересчитанными координатами.

Схема размножения.

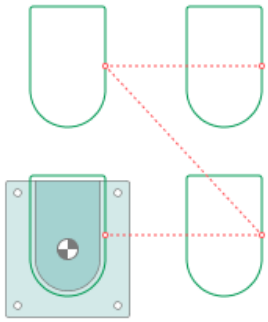
Функция **Схема размножения** может помочь при обработке повторяющихся фрагментов модели. Вы можете определить обработку только для одной из повторяющихся деталей, а затем просто определить количество и ориентацию тех же элементов.

Нажмите здесь для раскрытия...

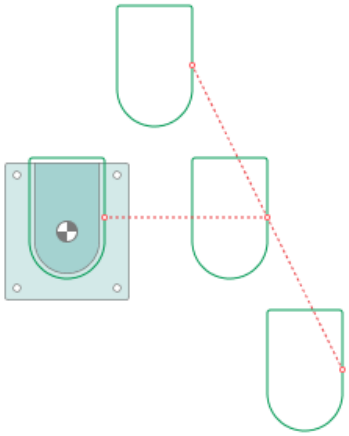
Нет. Не использует Схему размножения

Прямоугольная сетка. Формирует двумерный массив

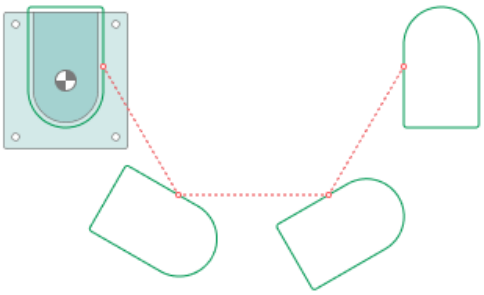
© 2025 ООО СПРУТ Технология



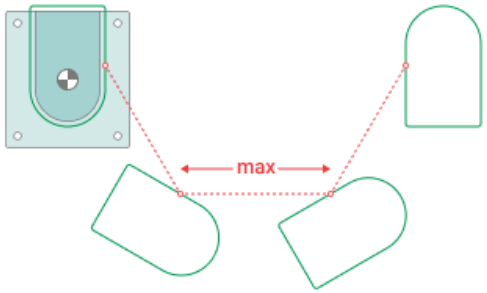
Прямоугольная сетка (вручную). Позволяет формировать массив из элементов с произвольным размещением.



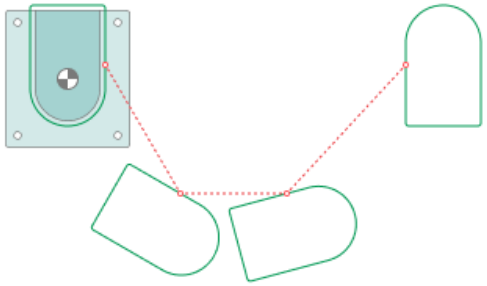
Копировать по кругу. Массив расположен по кругу. Последовательная обработка.



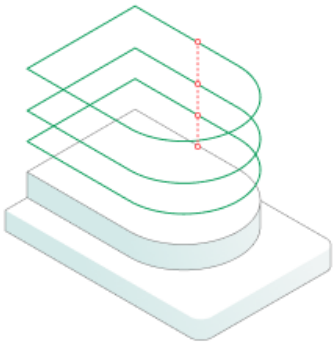
Копировать по кругу (макс. удаленно). Массив расположен по кругу. Алгоритм направлен на поиск следующего обрабатывающего элемента, расположенного на максимальном расстоянии от текущей позиции.



Копировать по кругу (вручную). Массив расположен по кругу. Позволяет установить определенный угол для каждого элемента.

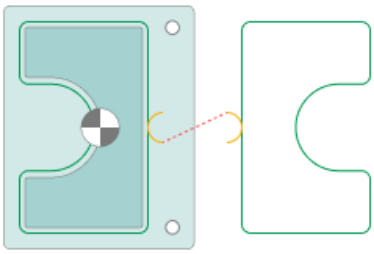


Массив уровней. Траектория копируется вдоль оси инструмента.

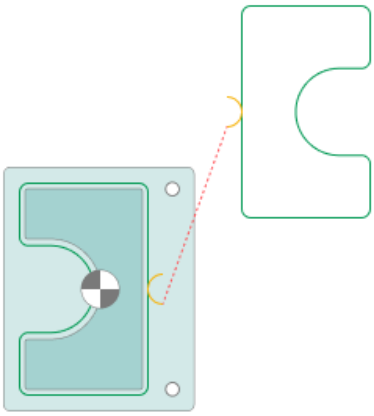


Осевая симметрия. Позволяет создать зеркальную копию относительно оси.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Симметрия относительно точки. Позволяет создать зеркальную копию относительно точки.

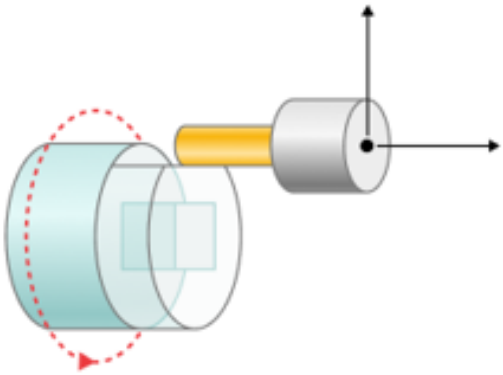


Поворотные преобразования.

Позволяет при 3-координатной фрезерной обработке изменение перемещения инструмента в направлении одной из линейных осей на вращательное движение заготовки, если это возможно выполнить на оборудовании.

Нажмите здесь для раскрытия...

Полярная. Полярная интерполяция меняет линейную ось на вращательную в простом процессе 3-осевого фрезерования. Обычно это необходимо на токарных станках, имеющих приводной фрезерный инструмент. Иногда полярная интерполяцию используют для других типов оборудования. Обычный токарный станок имеет две линейные оси, обычно это X и Z, а вращение шпинделя – обычно ось C. Узнать больше(see page 673)



Поворотная ось. Поворотная ось, заменяющая линейную ось (обычно шпиндель, поворотный стол).

Радиальная координата. Линейная ось, перпендикулярная оси детали.

Осевая координата. Линейная ось, совпадающая с осью вращения детали

Отрицательная радиальная координата. Вкл.: Вывод радиальных координат с ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ знаком

Выкл.:Вывод радиальных координат с ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ знаком

Интерполяция стойкой. Вкл.: Траектория инструмента интерполируется с использованием радиальной и поворотной осей.

Выкл.: Специальные команды ЧПУ используются для активации/деактивации интерполяции в системе ЧПУ.

Ускоренное перемещение. Способ вывода ускоренных перемещений

Ускоренная подача. Ускоренное перемещение по G1 находится внутри цикла.

Подача холостого хода. Ускоренное перемещение по G0 находится внутри цикла

Ускоренная подача . Значение подачи, которое будет выведено на подходах и отходах внутри цикла полярной интерполяции

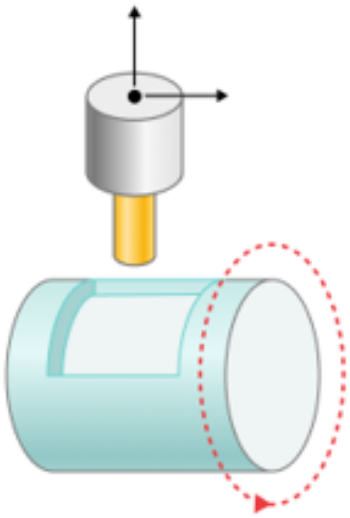
Начать с C=0. Вкл.: Поворотная ось выставлена в НУЛЕВОМ ПОЛОЖЕНИИ перед включением интерполяции.

Выкл.: Перед началом интерполяции поворотная ось позиционируется под определенным углом. (Некоторые постпроцессоры, реализованные до 2023 года, не поддерживают эту опцию. Обратитесь к своему разработчику постпроцессора или используйте «Начать с C=0")

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Точность. Характерзует отклонение преобразованной траектории от идеальной в миллиметрах (дюймах).

Цилидрическая. Цилиндрическая интерполяция дает возможность фрезеровать боковую поверхность цилиндра путем программирования развернутых кривых. Развернутые кривые программируются в координатах [X,Y,Z], а фрезерование цилиндров выполняется в координатах [X,C,Z]. Таким образом, цилиндрическая интерполяция производит преобразование [X,Y,Z] => [X,C,Z].



Некоторые параметры аналогичны полярной интерполяции.

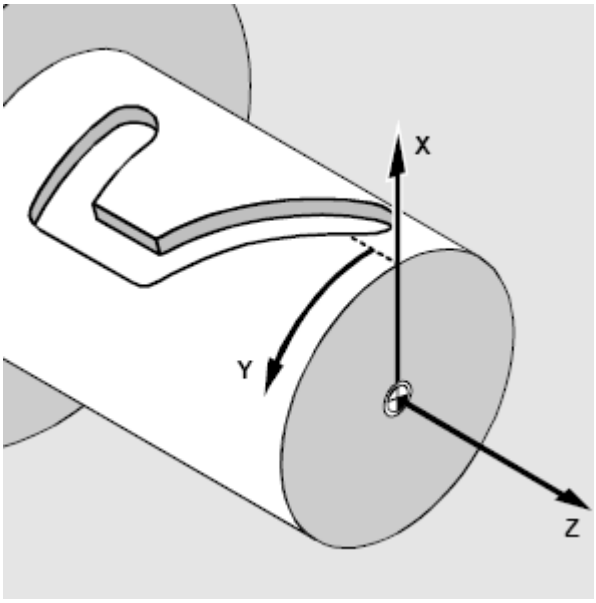
Для цилиндрической интерполяции необходимо на вкладке «Рабочее задание» указать «Цилиндр базовой поверхности» и включить интерполяцию.

Выкл. Не выводит Поворотные преобразования.

Сопутствующие ссылки:

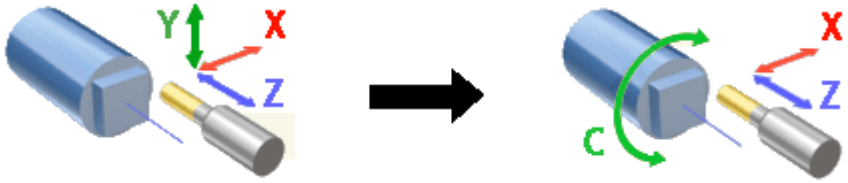
Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.2.7.3 Цилиндрическая интерполяция



Функция цилиндрической интерполяции доступна в операциях: 2D контур, выборка, 2.5D выборка, 2.5D обработка стенок.

Цилиндрическая интерполяция позволяет выполнять фрезерную обработку на цилиндрической поверхности по имеющейся развертке. Развертка программируется в координатах [X,Y,Z] а обработка цилиндра выполняется в координатах [X,C,Z]. Функция цилиндрической трансформации осуществляет преобразование [X,Y,Z] => [X,C,Z].

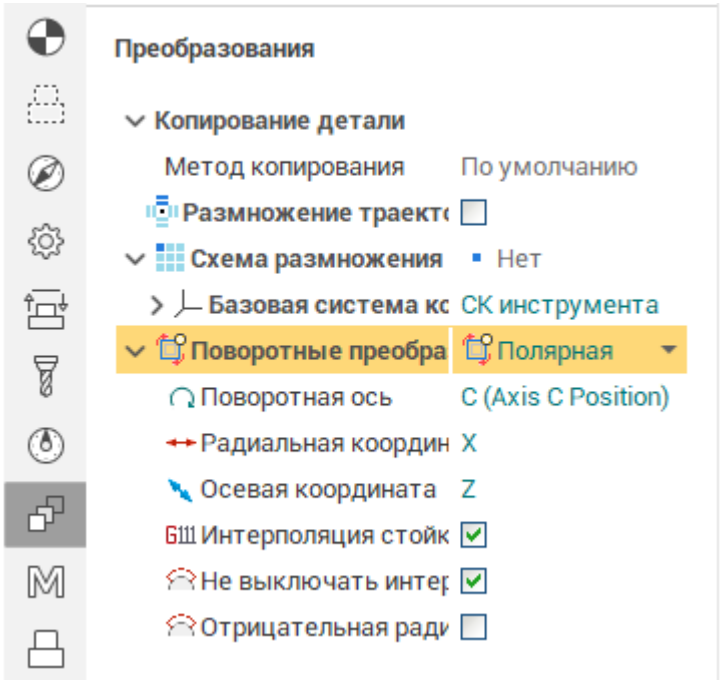


Возможность обработки на поверхности цилиндра определяется конструктивным устройством станка:

1. Необходимо наличие <Поворотной оси> (стола или шпинделя), которая обеспечивает поворот заготовки.
2. Ось вращения заготовки должна быть перпендикулярна оси вращения инструмента.
3. Ось инструмента должна пересекать ось вращения детали
4. Необходимо наличие <Радиальной оси>, которая обеспечивает линейное перемещение инструмента относительно заготовки в плоскости перпендикулярной оси вращения
5. Необходимо наличие <Продольной оси>, которая обеспечивает линейное перемещение инструмента вдоль оси вращения детали.

При соблюдении перечисленных условий в схеме и установленном параметре станка Станок –> Стойка ЧПУ –> Поворотные преобразования –> Цилиндрическая интерполяция доступна на странице <Преобразования> появится следующая панель:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Поле <Режим> позволяет выбрать режим трансформации траектории: <Полярная>, <Цилиндрическая> или <Без трансформации>. Параметр <Точность> характеризует отклонение трансформированной траектории от идеальной в миллиметрах (дюймах).

Цилиндрическое преобразование выполняется по формуле:

$$A = \left(\frac{Y}{R} \cdot \frac{180}{\pi} \right)$$

где:

- A – положение поворотной оси в градусах,
- Y – положение виртуальной оси развертки, соответствующей поворотной оси,
- R – радиус цилиндрической поверхности.

Соответствующие поля позволяют задать какие из осей станка будут выступать в качестве радиальной, поворотной и т.д. Значения по умолчанию для этих параметров прописаны в схеме станка.

Современные стойки ЧПУ имеют встроенные функции цилиндрической интерполяции. То есть описанное выше преобразование выполняется не в CAM-системе, а в стойке станка, В этом случае управляющая программа пишется в терминах развертки [X,Y,Z], а преобразование [X,Y,Z] => [X,C,Z] выполняется непосредственно на стойке. Управляющая программа в таком случае имеет следующий вид:

1. Позиционирование в начальную координату запрограммированное в осях станка
2. Включение режима цилиндрической интерполяции с указание радиуса цилиндра.
3. Обход контура запрограммированный в координатах развертки X,Y,Z
4. Выключение режима цилиндрической интерполяции

Соответствующие команды для наиболее распространенных стоек ЧПУ представлены ниже:

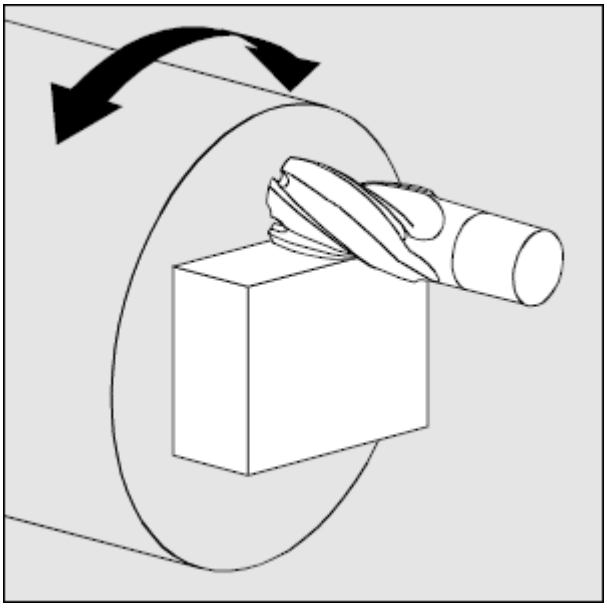
Стойка	Команда включения режима цилиндрической интерполяции	Команда выключения режима цилиндрической интерполяции

FANUC, Mori Seiki, HAAS и др.	G07.1 (G107)	G07.1 (G107)
Sinumeric	TRACYL	TRAOFF
Heidenhain	Cycle 27	—

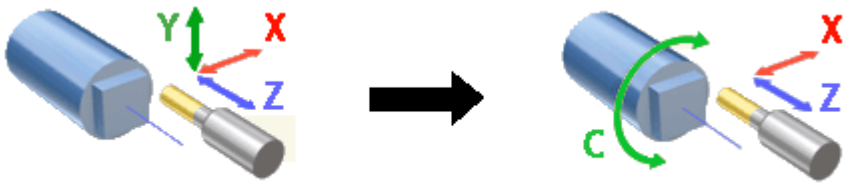
Если установлен параметр Станок –> Стойка ЧПУ –> Поворотные преобразования –> Стойка поддерживает цилиндрическую интерполяцию, то на панели будет доступен параметр <Интерполяция стойкой>. При включенном параметре <Интерполяция стойкой> программа в полярной системе координат будет генерироваться с использованием команд включения/выключения полярной интерполяции.

При установленном параметре <Разрешить быстрые перемещения внутри блока интерполяции> интерполяция включается в начале и выключается в конце траектории инструмента. При отключенном параметре интерполяция стойкой начнётся перед рабочей подачей и закончится перед быстрым перемещением.

5.2.7.4 Полярная интерполяция



Полярная интерполяция позволяет при трех координатной фрезерной обработке заменить перемещение инструмента по одной из линейных осей на поворот заготовки. Обычно такая потребность возникает на токарных станках оснащенных приводным инструментом, хотя ее использование возможно и на других станках. Классический токарный станок обеспечивает перемещение по двум линейным осям – обычно X и Z и поворот шпинделя – обычно ось C.



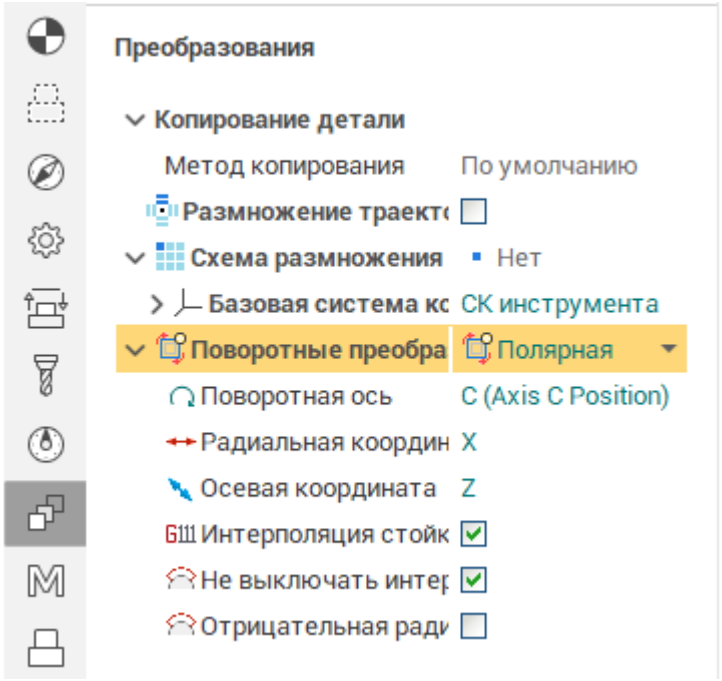
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Таким образом при обычном 3D фрезеровании CAM система генерирует программу в терминах [X,Y,Z] а при обработке в полярных координатах в терминах [X,C,Z]. Функция полярной трансформации осуществляет преобразование [X,Y,Z] => [X,C,Z].

Возможность обработки в полярной системе координат определяется конструктивным устройством станка:

1. Необходимо наличие <Поворотной оси> (стола или шпинделя), которая обеспечивает поворот заготовки.
2. Ось вращения заготовки должна быть параллельна оси вращения инструмента.
3. Необходимо наличие <Радиальной оси>, которая обеспечивает линейное перемещение инструмента относительно заготовки в плоскости перпендикулярной оси вращения.
4. Необходимо наличие <Продольной оси>, которая обеспечивает линейное перемещение инструмента вдоль оси вращения.

При соблюдении перечисленных условий в схеме и установленном параметре станка Станок –> Стойка ЧПУ –> Поворотные преобразования –> Полярная интерполяция доступна во всех фрезерных операциях появится следующая панель:



Поле <Режим> позволяет выбрать режим трансформации траектории: полярная, цилиндрическая или без трансформации. Параметр <Точность> характеризует отклонение трансформированной траектории от идеальной в миллиметрах (дюймах).

Полярное преобразование выполняется по следующим формулам:

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$A = arctg\left(\frac{Y}{X}\right),$$

где:

- R – положение радиальной оси,
- A – положение поворотной оси,
- X – положение первой линейной оси,
- Y – положение второй линейной оси.

Соответствующие поля позволяют задать какие из осей станка будут выступать в качестве радиальной, поворотной и т.д. Значения по умолчанию для этих параметров прописаны в схеме станка.

Современные стойки ЧПУ имеют встроенные функции полярной интерполяции. То есть описанное выше преобразование выполняется не в CAM-системе, а в стойке станка, В этом случае управляющая программа пишется в терминах [X,Y,Z], а преобразование [X,Y,Z] => [X,C,Z] выполняется непосредственно на стойке. Управляющая программа в таком случае имеет следующий вид:

1. Позиционирование в начальную координату запрограммированное в осях станка.
2. Включение режима полярной интерполяции.
3. Обход контура запрограммированный в координатах X,Y,Z.
4. Выключение режима полярной интерполяции.

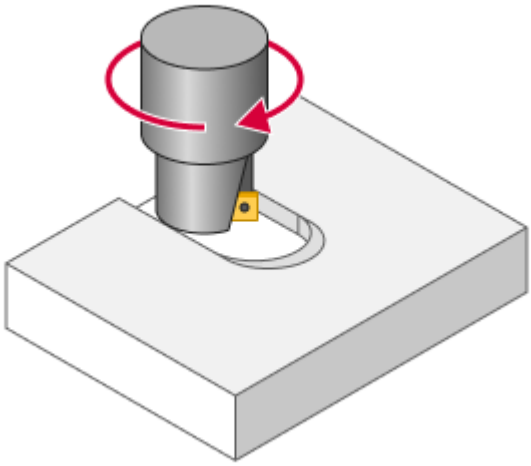
Соответствующие команды для наиболее распространенных стоек ЧПУ представлены ниже:

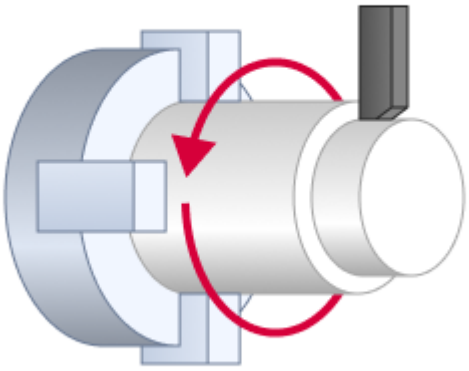
Стойка	Команда включения режима полярной интерполяции	Команда выключения режима полярной интерполяции
FANUC, Mori Seiki, HAAS и др.	G112	G113
Sinumeric	TRANSMIT	TRAOFF
Heidenhain	—	—

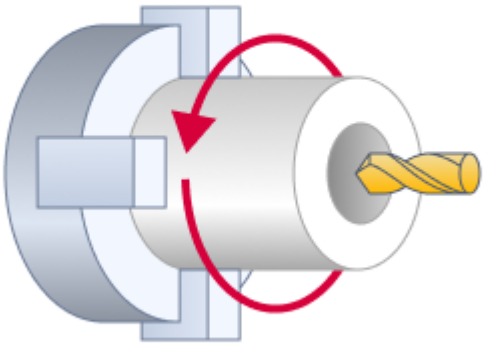
Если установлен параметр Станок –> Стойка ЧПУ –> Поворотные преобразования –> Стойка поддерживает полярную интерполяцию, то на панели будет доступен параметр <Интерполяция стойкой>. При включенном параметре <Интерполяция стойкой> программа в полярной системе координат будет генерироваться с использованием команд включения/выключения полярной интерполяции.

5.2.8 Режимы обработки

© 2025 ООО СПРУТ Технология







5.2.8.1 **Область применения:**

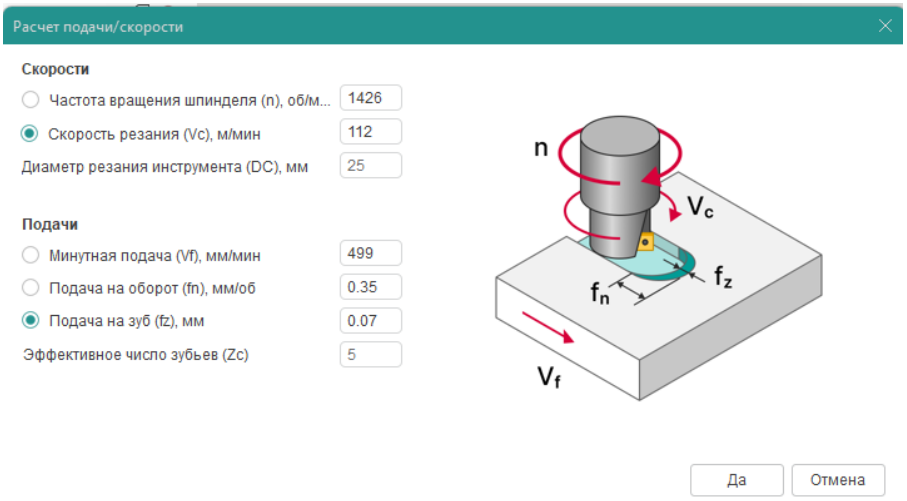
На этой вкладке можно задать скорость шпинделя, скорости ускоренных ходов и скорости подачи на различных участках траектории. Скорость шпинделя может быть определена как в оборотах в минуту, так и через скорость резания. Переключатель будет установлен на введенном значении. Другой параметр будет пересчитан исходя из введенного значения с учетом диаметра резания.

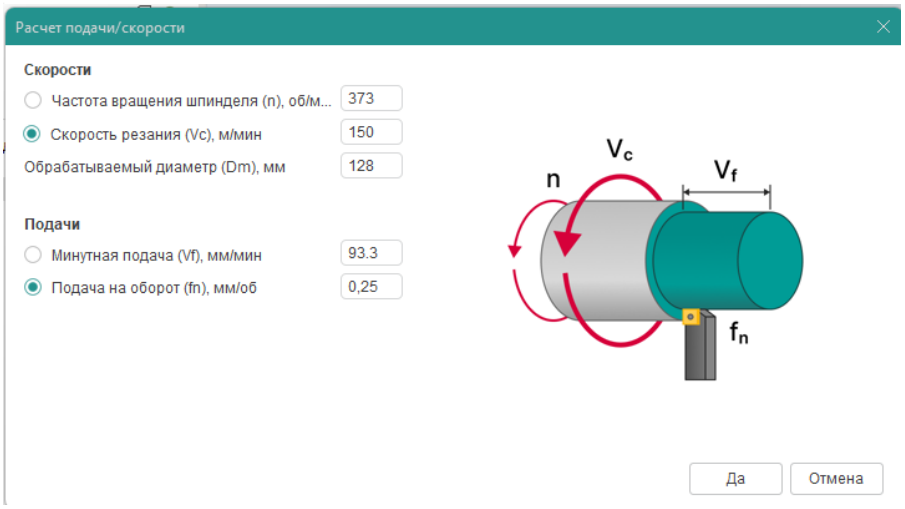
5.2.8.2 **Подачи/Скорости (расчет):**

Калькулятор позволяет задать и автоматически пересчитать значения скоростей шпинделя и подач.

Нажмите здесь для раскрытия...

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Скорости.

Задаются значения скоростей шпинделя, которые выводятся в управляющую программу под адресом S (по ISO).

Частота вращения шпинделя (n), об/мин.

Отображается частота вращения шпинделя в оборотах в минуту. Представленное значение можно изменить вручную, тогда автоматически будет пересчитано значение скорости резания и значения тех подач, на которых не стоит переключатель.

Скорость резания (Vc), м/мин.

Отображается скорость резания в метрах в минуту — окружная скорость относительного перемещения точки на режущей кромке инструмента при движении резания. Значение скорости резания получается исходя из **Частоты вращения** и **Диаметра резания (DC)**. Представленное значение можно изменить вручную, тогда автоматически будет пересчитано значение частоты вращения шпинделя и значения тех подач, на которых не стоит переключатель.

Диаметр резания (DC).

Для вращающегося инструмента — это диаметр окружности, создаваемой точкой режущей кромки, вращающейся вокруг оси и осуществляющей резание. Для токарной обработки -

начальный диаметр обрабатываемой поверхности..

Подачи.

Задаются значения скоростей подачи, которые выводятся в управляющую программу под адресом F (по ISO).

Минутная подача (Vf), мм/мин.

Отображается значение минутной подачи (скорость относительного смещения инструмента и заготовки в мм за минуту). Представленное значение можно изменить вручную, тогда автоматически будут пересчитаны значения остальных подач.

Подача на оборот (fn), мм/об.

Отображается значение подачи на оборот (относительное перемещение инструмента в направлении подачи за один оборот инструмента или заготовки). Значение получается исходя из **Подачи на зуб** и **Эффективного числа зубьев (Zc)**. Представленное значение можно изменить вручную, тогда автоматически будут пересчитаны значения остальных подач.

Подача на зуб (fz), мм/зуб.

Отображается значение подачи на зуб (величина перемещения центра вращения инструмента в направлении подачи за время его поворота на один зуб (Zc)). Представленное значение можно изменить вручную, тогда автоматически будут пересчитаны значения остальных подач.

Эффективное число зубьев (Zc).

Количество режущих кромок (зубьев) инструмента, которые можно использовать в процессе резания.

После задания и пересчета значений в калькуляторе необходимо установить переключатель на тот вид скорости и подачи, который должен быть выведен в управляющую программу.

5.2.8.3 Шпиндель.

В этой группе параметров задаются характеристики вращения шпинделя.

Нажмите здесь для раскрытия...

Скорость шпинделя.

Задайте скорость вращения шпинделя через число оборотов в минуту (об/мин) или через скорость резания в м/мин (CSS). Во втором случае, исходя из текущего диаметра детали, стойка ЧПУ рассчитывает текущее значение частоты вращения шпинделя и отрабатывает его. В этом случае конкретная частота вращения шпинделя вручную не задаётся, ограничивается лишь её максимальное значение.

Максимальная частота вращения.

Если скорость вращения шпинделя задана через скорость резания, то необходимо задать максимальную частоту вращения, до которой может разгоняться шпиндель при изменении частоты вращения с изменением диаметра.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

RPM перед CSS.

Параметр применяется в токарных операциях и позволяет включить RPM в точке смены инструмента, а режим CSS применить после движений подхода.

Если инструмент находится в точке смены и шпиндель включается в режиме постоянной скорости резания (CSS), то вращение будет медленным, потому что инструмент достаточно далеко от оси вращения детали. При первом ускоренном перемещении, когда инструмент подходит к детали, шпиндель очень сильно ускоряется, что вызывает экстремальные нагрузки на станок. Для устранения этой проблемы некоторые производители станков рекомендуют вначале включать шпиндель в режиме постоянной частоты вращения (RPM), а после подхода к заготовке переключать его в режим CSS. Таким образом, при включенной галочке RPM перед CSS, шпиндель вначале включается в режиме RPM с той скоростью, которая будет в первой точке рабочей подачи, затем выполняется подход, затем переключение в режим CSS.

Диапазон.

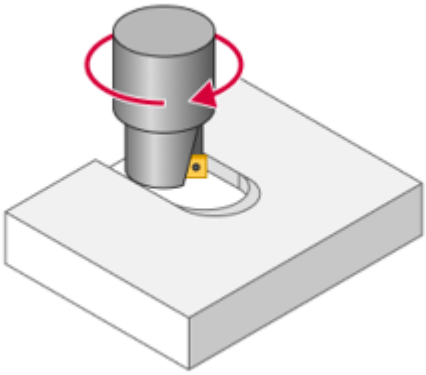
Задайте номер диапазона который используется для получения заданной скорости вращения шпинделя на станке с механической коробкой скоростей.

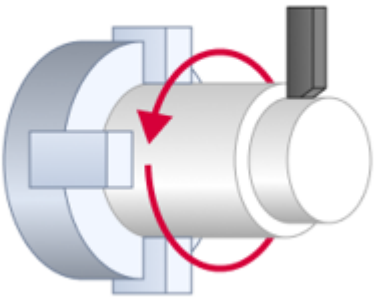
Направление вращения шпинделя.

Задайте направление вращения шпинделя.

Прямое.

Это вращение шпинделя по часовой стрелке, если смотреть со стороны двигатели, оно выводится в управляющую программу под адресом M3. Если в шпинделе находится инструмент, то это направление соответствует закручиванию правого винта. В токарных операциях - это вращение шпинделя на рабочего.

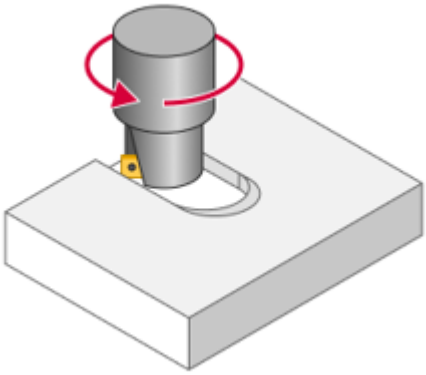


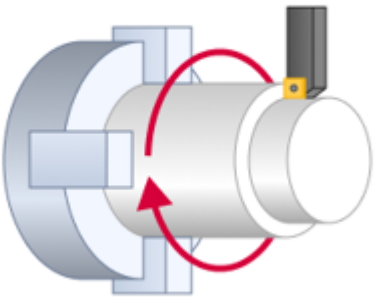


Обратное.

Это вращение шпинделя против часовой стрелке если смотреть со стороны двигатели, оно выводится в управляющую программу под адресом M4. Если в шпинделе находится инструмент, то это направление соответствует закручиванию левого винта. В токарных операциях - это вращение шпинделя от рабочего.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Скорость врезания.

В **Черновой послойной** операции можно задать отдельную скорость вращения шпинделя при движении врезания фрезы в обрабатываемый материал при фрезеровании замкнутых поверхностей типа карманов. Узнать больше.(see page 659)

5.2.8.4 Охлаждение:

Эта группа параметров управляет подачей смазочно-охлаждающей жидкости в зону резания. Они используются постпроцессором для вывода в управляющую программу соответствующих команд включения и отключения подачи СОЖ. Формирование списка способов подачи СОЖ и настройка их параметров производится на вкладке Оборудование в разделе Охлаждения. Узнать больше(see page 465).

Нажмите здесь для раскрытия...

Жидкость.

Активация параметра задействует сопло для подачи смазочно-охлаждающей жидкости.

Туман.

Туман образуется путем распыления жидкости сжатым воздухом и вводом воздушно-жидкостной смеси в зону резания.

Инструмент.

Активация параметра включает подачу СОЖ под давлением через каналы в инструменте.

Охлаждение 4.

Активация параметра включает подачу СОЖ для инструмента другим способом, например, воздушной струей.

5.2.8.5 Подачи резания:

Эта группа параметров задает скорости движений подачи при резании, врезании инструмента в материал, подходе и отходе. Каждый параметр может быть задан в единицах скорости - мм/об, мм/мин, для фрезерных операций также и в мм/зуб. Все скорости, кроме рабочей подачи, могут быть заданы в процентах от рабочей подачи.

Нажмите здесь для раскрытия...

Рабочая подача (в токарных операциях - **Подача резания**).

Основное значение скорости подачи, используемое при стабильном резании во время операции. В черновых операциях на этой подаче производится выборка материала. В чистовых – проходы по поверхности детали.

Вычисляемая.

Во фрезерных операциях значение подачи может быть либо постоянным, либо вычисляемым, в зависимости от угла наклона каждого элементарного участка траектории. При задании вычисляемой подачи определяющими являются значение подачи и коэффициенты при движении вниз, по горизонтали, вверх. Реальное значение подачи при движении вниз, по горизонтали или вверх будет равным произведению соответствующего поправочного коэффициента на значение подачи. При промежуточных значениях угла наклона элементарного участка траектории реальное значение подачи будет вычисляться пропорционально заданным граничным значениям. Например, при значениях подачи вверх равном 300, по горизонтали – 200, вниз – 100, реальное значение подачи на участке с движением фрезы вверх под углом 45° будет равно 250. Использование вычисляемой подачи позволяет сократить время обработки за счет более гибкого управления режимами резания.

Значение подачи вверх.

Значение подачи при движении инструмента вертикально вверх.

Значение подачи вниз.

Значение подачи при движении инструмента вертикально вниз.

Подача подхода.

Значение подачи, используемое для движения **Подхода**. Узнать больше.(see page 631)

Подача отхода.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Значение подачи, используемое для движения **Отхода**. Узнать больше.(see page 631)

Подача первого прохода (в токарных операциях - **Подача первого реза**).

Значение подачи используемое для рабочих проходов на первой глубине резания. Используется, например, при работе по неравномерной или твердой литейной или штамповочной корке заготовки.

Подача чистового прохода (в токарных операциях - **Подача чистового хода**).

Значение подачи, используемое для финишных проходов в операциях, где имеет место разделение на черновые и чистовые проходы. Целесообразно использовать при необходимости получения поверхности высокого качества после черновой операции.

Подача врезания.

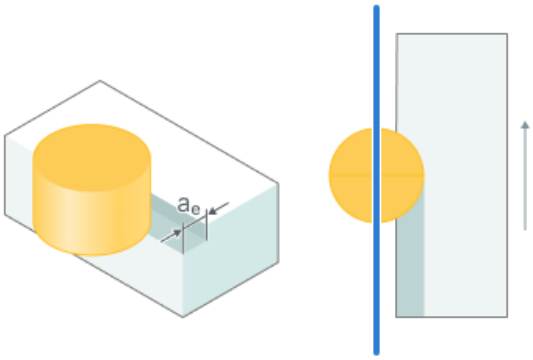
Значение подачи, используемое для движений внедрения фрезы в сплошной материал, например, при обработке карманов, а также на этой подаче осуществляется врезание к более низкому слою выборки в черновой послойной операции и операции выборки области. Узнать больше.(see page 659)

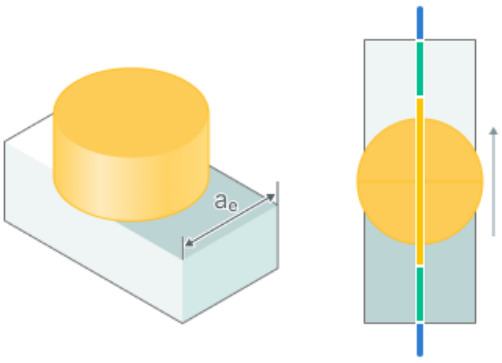
Подача стружколомания.

Это значение используется в токарных операциях и означает скорость движения, с которым производится отскок от обрабатываемой поверхности и обратный подвод при стружколомании. Узнать больше.(see page 1176)

Адаптивная подача.

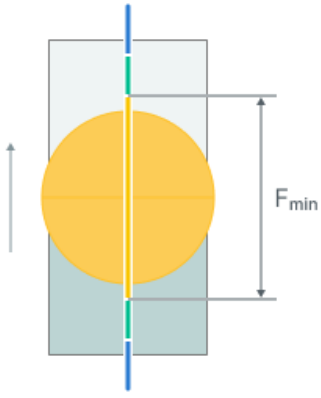
При активации параметра, система автоматически изменяет скорость подачи на основе фактической окружности контакта фрезы с заготовкой. Так, она снижает подачу в закрытых углах, где контакт фрезы максимальный и увеличивает подачу, где контакт фрезы около 0% (при нерабочих перемещениях).





Подача полного реза.

Значение подачи на тех участках траектории, где угол контакта фрезы с заготовкой максимальный, в процентах от Рабочей подачи.

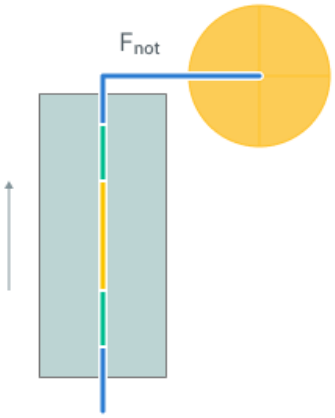


Fmin - Подача полного реза

Подача без резания.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

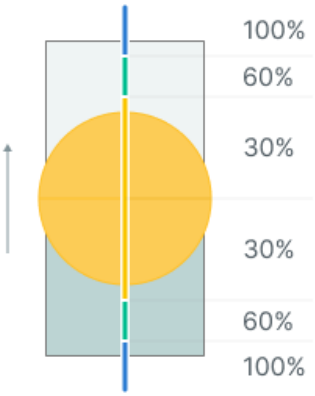
Значение подачи на тех участках траектории, где резания не происходит, в процентах от Рабочей подачи.



Fnot - Подача без резания

Изменение подачи.

Значение шага изменения подачи.



Помечать перегрузку.

При активации этого параметра, кадры CLDATA, на которых происходит перегрузка инструмента, будет отмечаться специальным знаком.

Подача в рабочих заданиях.

Этот параметр появляется в токарных операциях и его активация позволяет использовать отдельные настройки скоростей подач - **Подачи резания**, **Подачи подвода**, **Подачи отвода**, **Подачи чистового хода**, **Подачи перехода** — для отдельных переходов, заданных в **Рабочем задании**.

5.2.8.6 Подачи без резания:

Эта группа параметров задает скорости вспомогательных движений — при подводе, отводе, движениях перехода между рабочими проходами. Каждый параметр может быть задан в единицах скорости - мм/об, мм/мин, для фрезерных операций также и в

мм/зуб, а также могут быть заданы в процентах от рабочей подачи и скоростью быстрого хода — ускоренной подачи.

Нажмите здесь для раскрытия...

Ускоренная подача.

Это подача, на которой производятся все ускоренные перемещения инструмента (позиционирование). Значение ее есть скорость быстрых перемещений, которая установлена в данном станке. Движения с этой скоростью выводятся в управляющую программу под адресом G00. Значение этой скорости используется только для точного расчета времени обработки в SprutCAM. Участки траектории, выполняемые на ускоренной подаче, изображаются красным цветом. При переключении на ускоренную подачу формируется команда <RAPID> промежуточного языка CLDATA.

Подача короткого перехода.

Значение подачи, используемое для движений переходов, которые выполняются по закону **Короткого перехода**. Узнать больше.(see page 614)

Подача длинного перехода.

Значение подачи, используемое для движений переходов, которые выполняются по закону **Длинного перехода.** Узнать больше.(see page 606)

Подача подвода.

Значение подачи, используемое для движения подвода — от **Расстояния рабочей подачи** до начала движения **Подхода** или **Врезания**. Узнать больше.(see page 631)

Подача от безопасной поверхности.

Значение скорости движения от **Безопасной поверхности** до **Расстояния рабочей подачи**. Узнать больше.(see page 598)

Подача к безопасной поверхности.

Значение скорости движения от **Расстояния рабочей подачи** до уровня **Безопасной поверхности**. Узнать больше.(see page 598)

Подача на безопасной поверхности.

Значение скорости движения во время перехода по **Поверхности безопасности**. Узнать больше.(see page 598)

Подача перехода.

В токарных операциях — это скорость, с которой выполняются переходы от одного рабочего прохода к другому.

Подача возврата.

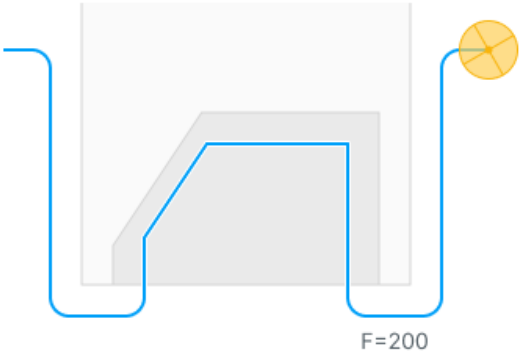
Во фрезерных операциях — это значение скорости движения от окончания движения **Отхода** до **Расстояния рабочей подачи**. В операциях Обработки отверстий — это значение скорости отскока некоторых циклах, например, в циклах Глубокого сверления с удалением или ломкой стружки. Узнать больше.(see page 791)

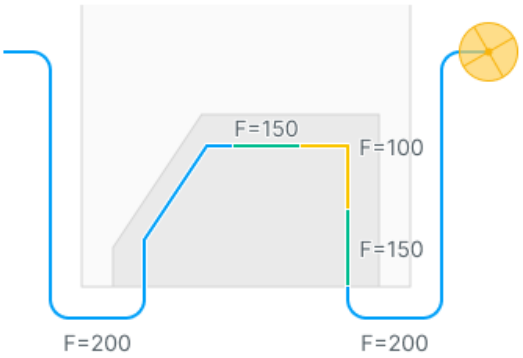
Холостые ходы на быстрой подаче (Нерабочие ходы на ускоренной подаче).

При активации этого параметра, все движения, связанные с выводом инструмента из зоны обработки, которые должны выполняться со скоростью **Подачи возврата**, будут выполняться на **Ускоренной подаче**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.8.7 Контроль углов





Область применения:

Эта группа параметров позволяет добавить определенное поведение в углах траектории. Она располагается в нижней части страницы "Режимы обработки".

Примечание
Контроль осуществляется только на сегментах траектории, на которых задана действующая подача, которую можно установить с помощью параметра "**Действующие подачи"** на странице "Параметры".
Для операций, в которых осуществляется вычитание материала (фрезерные) по умолчанию задан следующий набор "Действующих подач":

- Рабочая подача
- Подачи подхода/отхода
- Подача первого прохода
- Подача чистового прохода

Вы можете посмотреть полный список операций, которые поддерживают "Контроль углов" в списке ниже:

Нажмите здесь для раскрытия...

- **2D**
  - 2D контур
- **2.5D**
  - 2.5D контур
- **3D базовая**
  - 3D контур
- **3D/5D продвинутая**
  - 6D контур
- **4D ротационная**
  - 4D контур
- **Доработка**
  - Обработка фасок
- **Резка**
  - Резка
  - Резка 5D
- **Аддитивная**
  - Наплавка области
  - Наплавка по кривой
  - Наплавка 3D
  - Наплавка 5D
  - Неплоская печать
- **Сварка**
  - Сварка 6D
- **Покраска**
  - Покраска по контуру
  - Покраска по поверхности
  - Покраска морф
  - Покраска ротационная
- **Устаревшие**
  - Сварка 5D
  - 5D контур

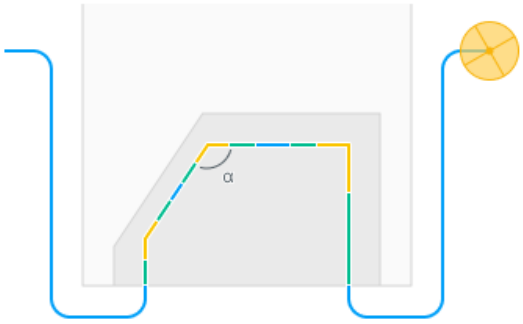
Доступны две основные группы параметров, которые позволяют осуществлять контроль в углах - это "**Метод обнаружения**" и "**Тип действия**".

Метод обнаружения:

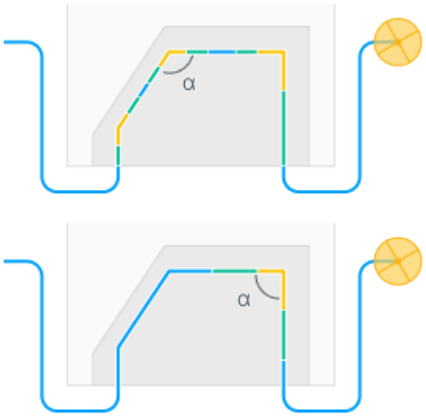
Группа параметров "Метод обнаружения" показывает системе каким образом определять углы в траектории. Сейчас доступен только один вариант - "**По углу**".

© 2025 ООО СПРУТ Технология

По углу.



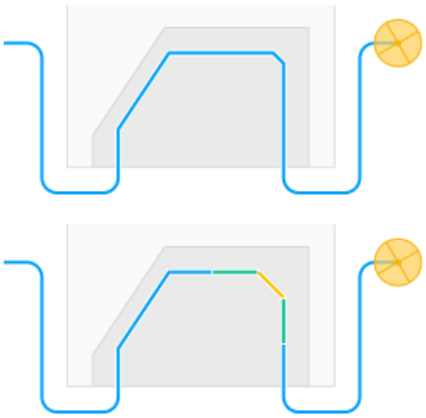
Параметр "**По углу**" задает значение угла в градусах. Два последовательных сегмента траектории будут учитываться при контроле, если значение угла в градусах между ними меньше или равно заданному значению.



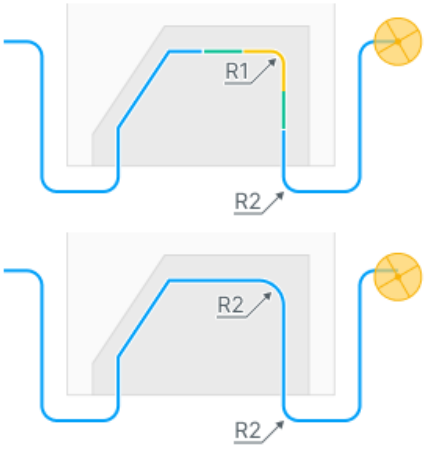
Например, на данной картинке видно, что первый угол имеет значение 102 градуса, и при значении параметра 110 градусов, он будет отмечен системой как угол.

Также здесь есть два дополнительных параметра для более точной настройки: "**Мин. длина сегмента**" и "**Мин. радиус дуги**".

Параметр "**Мин. длина сегмента"** позволяет сгладить траекторию перед запуском алгоритма обнаружения углов с использованием желаемого значения точности (или, можно сказать, минимальной длины сегмента). Таким образом, выбранный метод обнаружения применяется к уже сглаженной траектории, что гарантирует отсутствие ложных обнаружений углов или пропущенных углов. *Примечание: этот параметр не влияет на результирующую траекторию, а используется только для внутренних алгоритмов.*



Параметр "**Мин. радиус дуги**" позволяет задать минимальный радиус дуги (или максимальную кривизну), который система будет распознавать как угол. Это связано с тем, что некоторые дуги в траектории могут быть очень маленькими, и в реальности эти дуги будут эквивалентны углам.



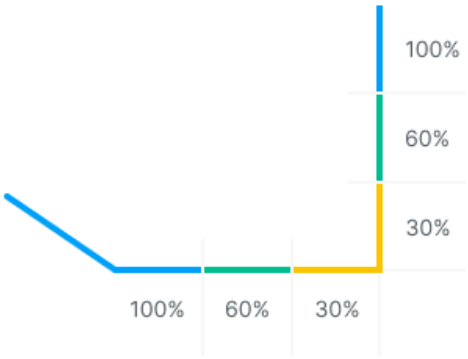
Тип действия:

Группа параметров "Тип действия" позволяет выбирать каким именно образом система будет вести себя в обнаруженных углах траектории. Сейчас доступен только один вариант - это "**Изменение подачи по шагам**", который содержит в себе 3 опции: "**Целевая подача**", "**Количество шагов**", "**Длина шага**".

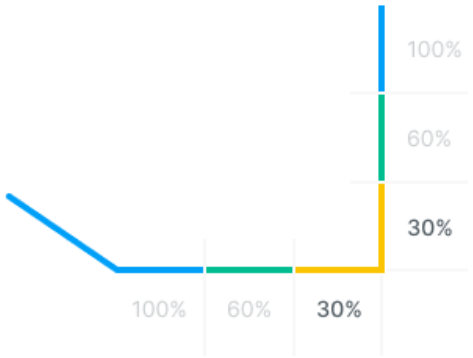
Изменение подачи по шагам.

Позволяет контролировать скорость подачи при прохождении угла. Можно как уменьшить, так и увеличить подачу.

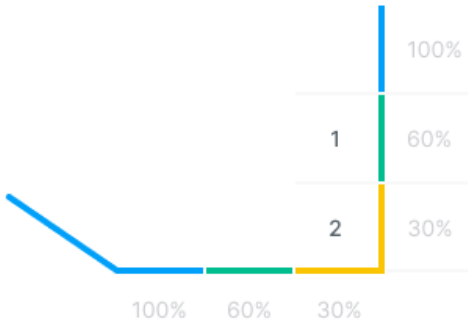
© 2025 ООО СПРУТ Технология



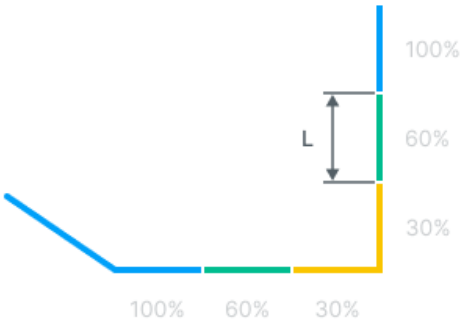
Целевая подача задается в процентах от подачи в текущем углу. Если значение меньше 100%, система уменьшит подачу, а если больше 100%, то система увеличит её.



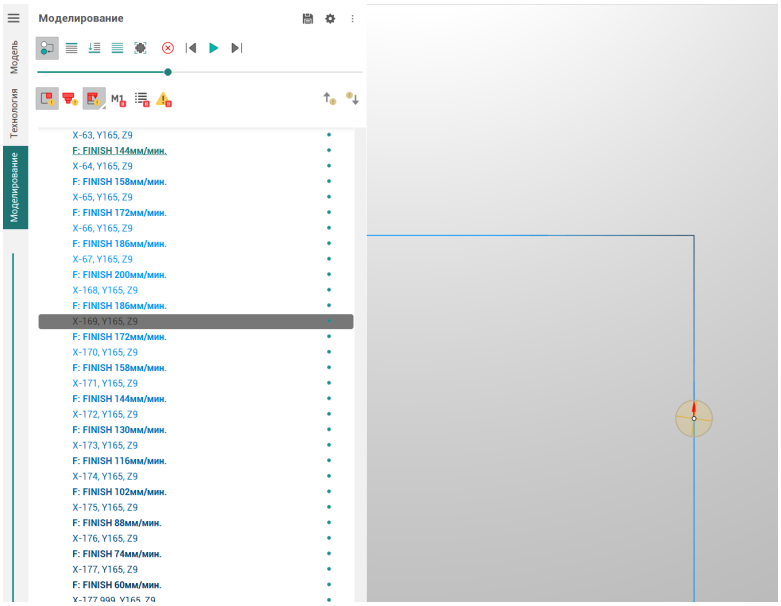
Количество шагов задает количество шагов, необходимых для достижения целевой подачи.



Длина шага задает длину одного шага.

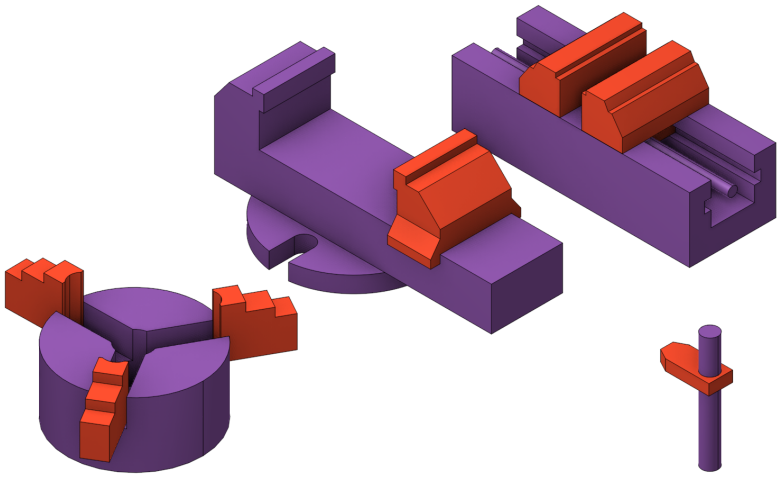


В итоге, результат работы с данными параметрами можно увидеть на странице "Моделирование". Сегменты траектории, которые были помечены системой, как "угол", будут выделены цветовым градиентом. Также в дереве команд с CLDATA вы можете увидеть команды с уменьшенными подачами, что также будет выделено цветовым градиентом.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.2.9 Оснастка



5.2.9.1 **Область применения:**

В качестве **Оснастки** обычно указываются такие приспособления, как патроны, захваты, зажимы и другие ограничительные области любого характера. При расчёте траектории движения инструмента элементы оснастки используются как модели, с которыми инструмент не должен сталкиваться в процессе обработки детали. Оснастка может быть создана из твердых тел, поверхностей и элементов, сформированных на основе кривых.

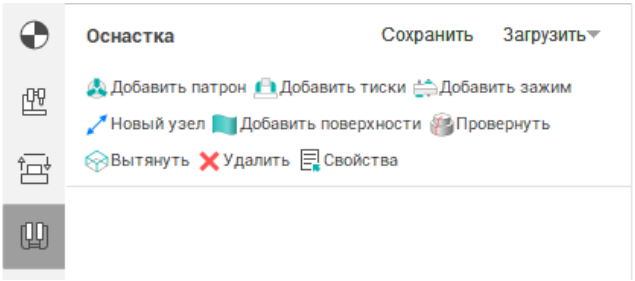
Алгоритм работает следующим образом: когда рабочий проход пересекает оснастку, этот участок удаляется с расширением до безопасной плоскости. Данный алгоритм работает только с рабочими проходами.

Разница между Ограничением (Узнать больше(see page 560)) и Оснасткой заключается в том, что Оснастка предназначена для использования на протяжении всего Установа (Узнать больше(see page 700)).

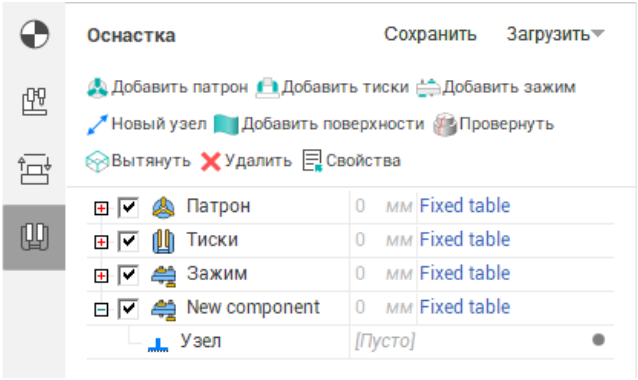
Оснастку можно задать несколькими способами:

1. С помощью инструментов, помогающих определить деталь, заготовку и ограничение. (Узнать больше(see page 429))
2. Создавая новую оснастку

   Для создания оснастки необходимо выбрать существующий шаблон или создать собственную версию оснастки с помощью кнопки «Новый узел».

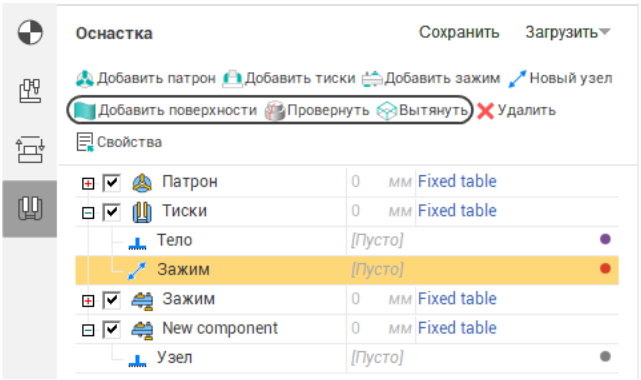


Вновь созданный шаблон и узлы можно увидеть в дереве оборудования.



5.2.9.2 Геометрия

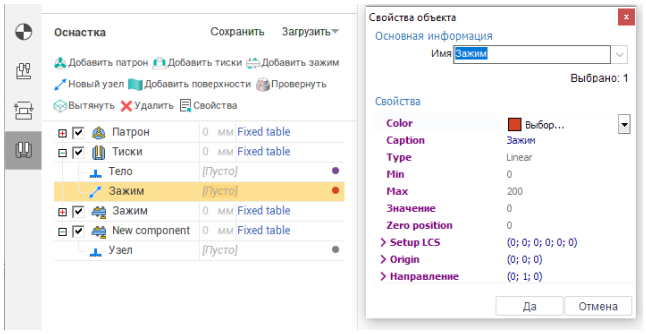
Чтобы добавить геометрию, нужно выбрать узел оснастки и нажать одну из кнопок создания геометрии.



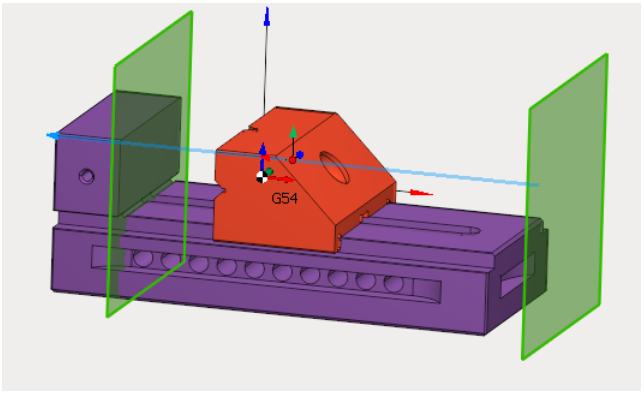
5.2.9.3 Настройка параметров узла

Настройка параметров узла выполняется в окне свойств, которое можно открыть, дважды щелкнув по узлу дерева или нажав кнопку свойств на главной панели страницы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

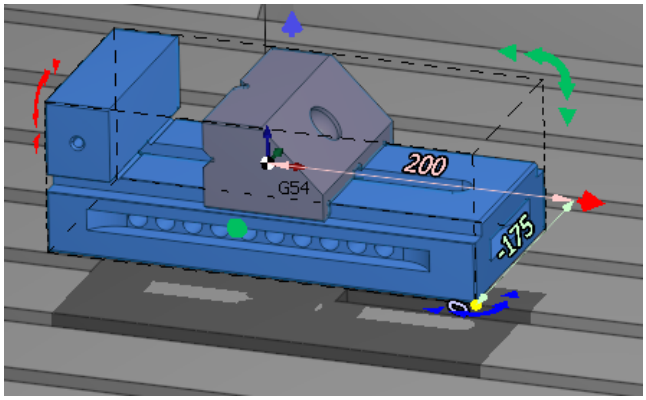


Основные параметры узла, такие как максимальное (минимальное) положение, направление движения и ось вращения, так же можно указать с помощью визуальных объектов.



5.2.9.4 Настройка компонента

Настройка положения компонента производиться с помощью визуального объекта.

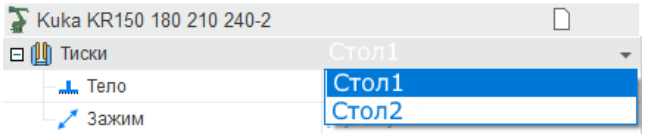


Его можно вызвать двойным щелчком по узлу или одним щелчком в режиме редактирования компонента.  .

При правом щелчке кнопки мыши на визуальном объекте вызывается панель  , которая позволяет копировать и удалять компоненты.

5.2.9.5 Привязка системы координат

Если созданная оснастка определена в узле станка, то оно привязано к определенному установу и перемещается со станком.

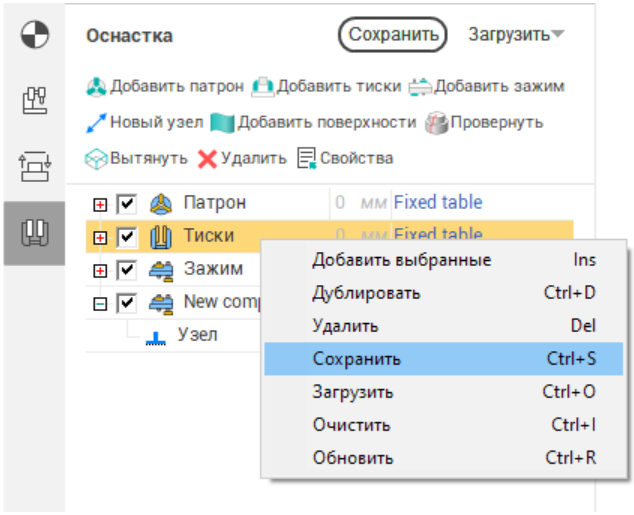


Если она находится в узле операции, то оно привязано к текущему установу и может перемещаться как со станком, так и с деталью.



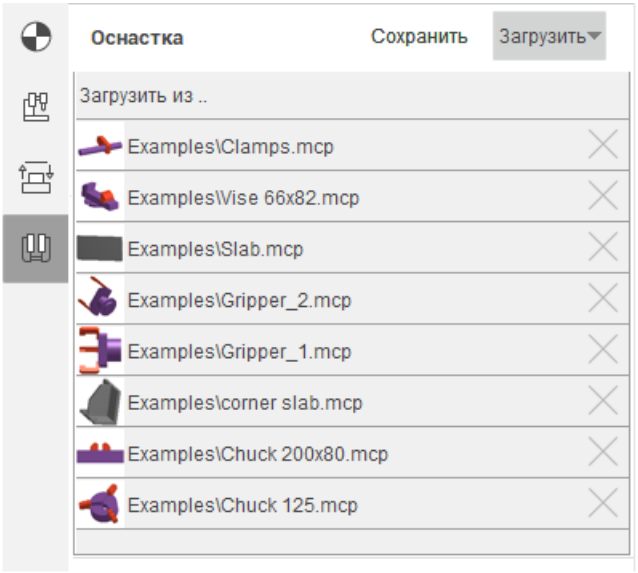
5.2.9.6 Сохранение и загрузка

Оснастку можно сохранить, щелкнув правой кнопкой мыши в дереве компонентов или нажав кнопку «Сохранить».



Оснастку можно загрузить, щелкнув правой кнопкой мыши в дереве компонентов или в раскрывающейся панели кнопки «Загрузить из..».

© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.3 Группы операций (Структура проекта)

5.3.1 **Область применения:**

Группа необходимая для построения технологического процесса.

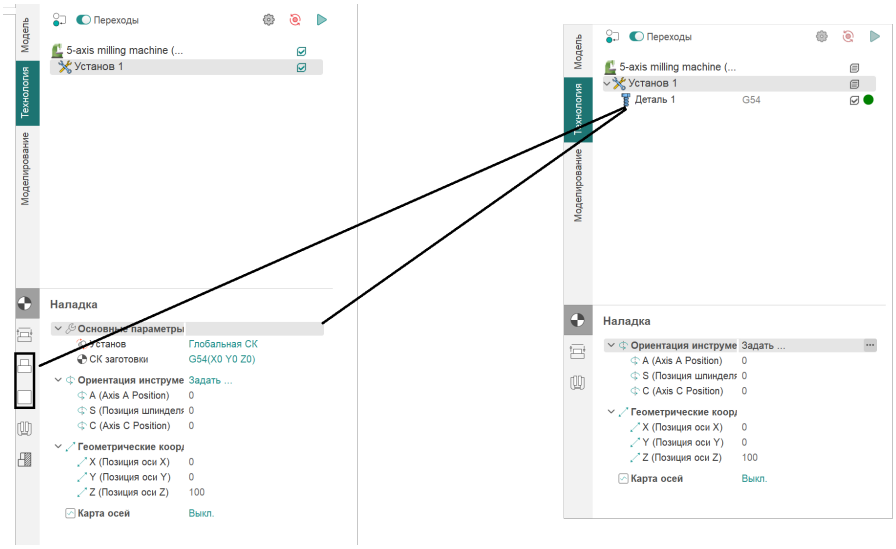
5.3.2 **Особенности работы:**

Компоненты, входящие в дерево операций, имеют иерархическую структуру, аналогичную последовательности технологических процессов. Узлы типа **Деталь** или **Копия детали** вложены в узел группы **Структура проекта**. В свою очередь, узел **Группа умножения** вложен в группы **Деталь** и **Копия детали**.

Соответственно, операции располагаются внутри этих групп.

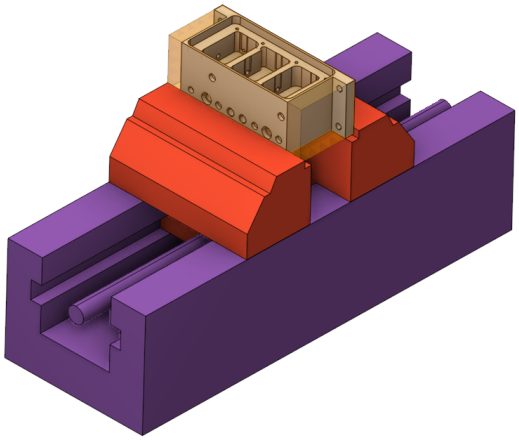


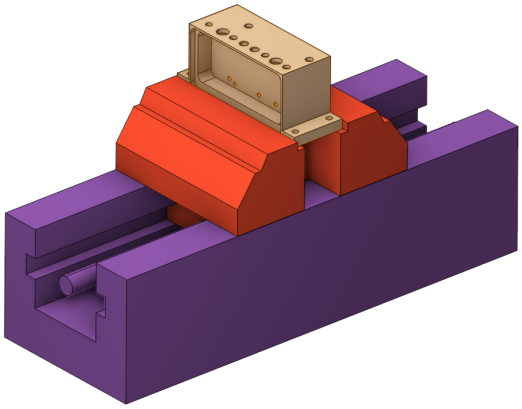
Вкладки, расположенные в **группах** аналогичны элементу в дереве **Оборудование**. Добавление новой подгруппы в структуру уменьшает количество вкладок в текущей группе, а вложенная группа унаследует часть тех же параметров, что и основная группа. Однако эти параметры скрыты в основной группе.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.3.3 Установ





5.3.3.1 **Область применения:**

Эта группа необходима для определения **Установов**. Эта группа позволяет обрабатывать деталь с разных сторон, при этом предыдущий **Установ** не мешает последующим за счет сокрытия детали, заготовки и других предыдущих настроек.

В эту группу можно добавить оснастку, которая будет учитываться в подгруппах (Деталь, Копия детали).

5.3.3.2 **Наладка:**

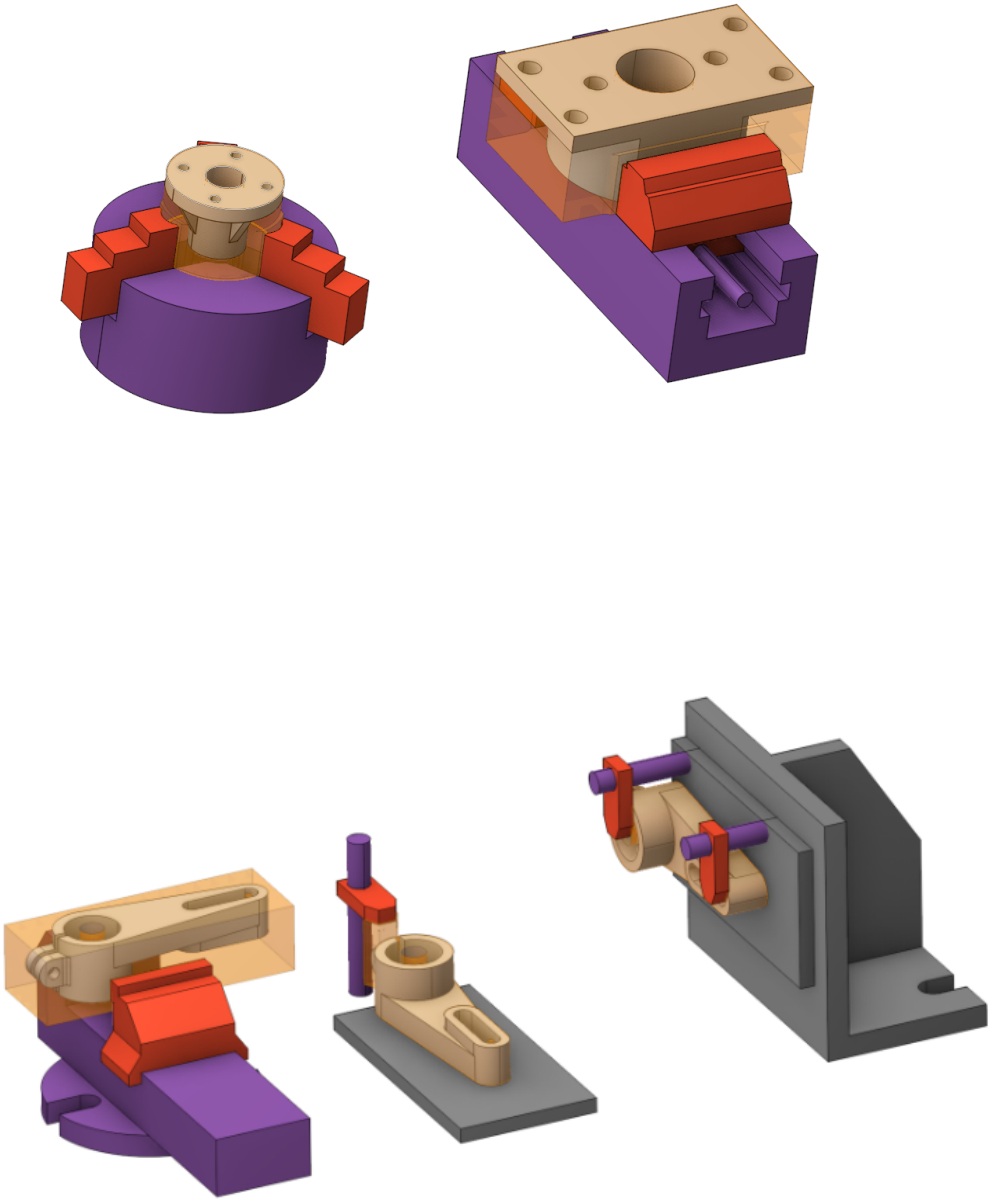
Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

5.3.3.3 **Преобразования:**

Набор параметров операций, позволяющих выполнить преобразование координат для рассчитываемой в процессе работы траектории движения инструмента. Узнать больше(see page 664)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.3.4 Деталь (группа)



5.3.4.1 **Область применения:**

Эта группа необходима для создания многодетальных проектов. Это могут быть несколько разных деталей (по конструктивным особенностям) или типовые детали, разделенные в технологии по принципу действия, аналогично "конвейеру". Для сортировки операций используйте режим **Сортировка**. Узнать больше(see page 709)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

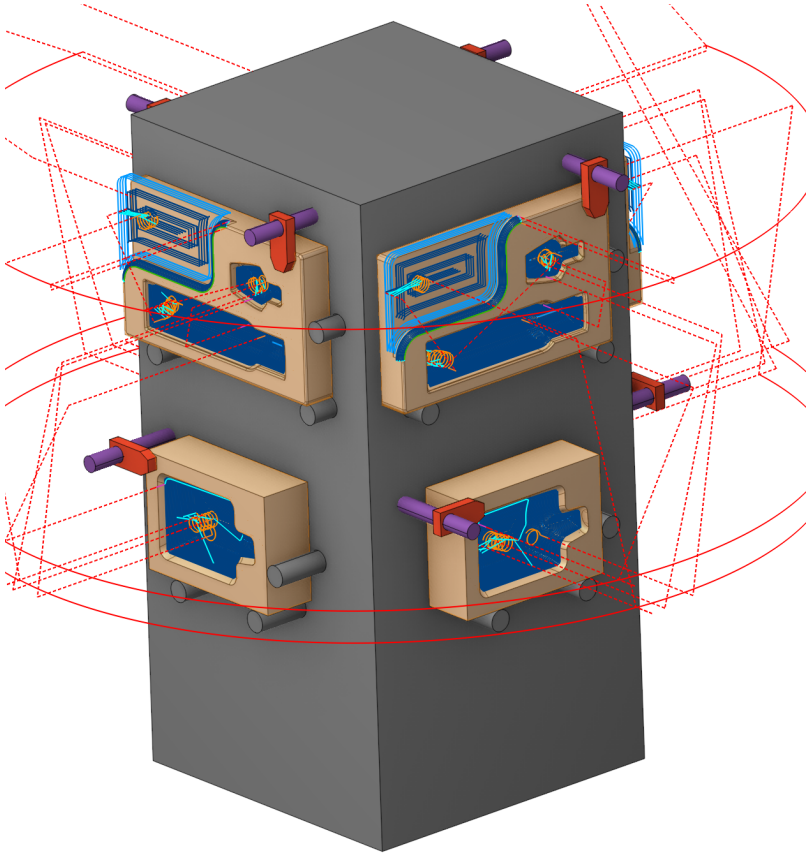
5.3.4.2 **Наладка:**

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

5.3.4.3 **Преобразования:**

Набор параметров операций, позволяющих выполнить преобразование координат для рассчитываемой в процессе работы траектории движения инструмента. Узнать больше(see page 664)

5.3.5 Копия детали



5.3.5.1 **Область применения:**

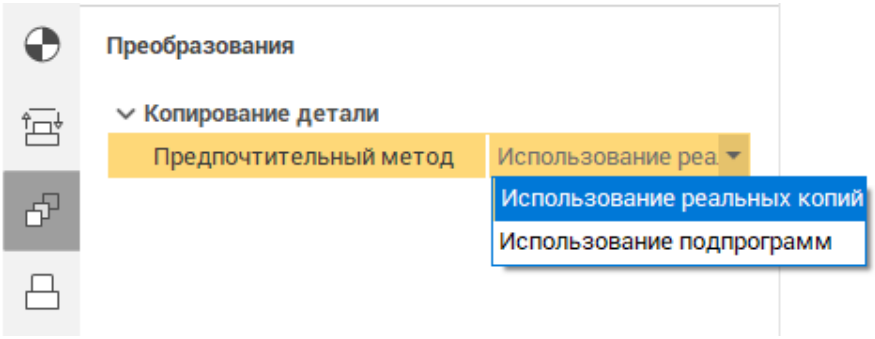
Копия детали - это особый вид простой детали. Он предназначен для подготовки проекта из нескольких идентичных частей. Обычно это можно сделать с помощью следующих шагов:

- Создайте прототип детали.
- Добавьте операции, необходимые для обработки.
- Создать копию детали.

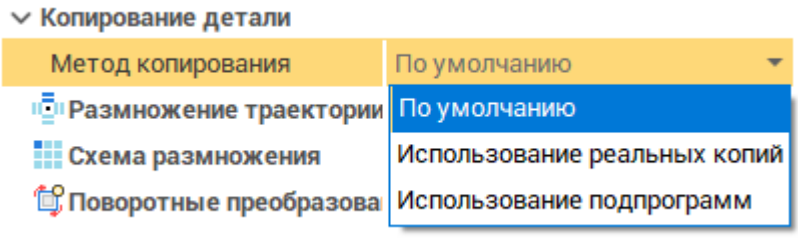
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Если проект содержит более одной детали, то в качестве прототипа будет использоваться копия текущей выбранной детали.
Задайте для копии положение заготовки и системы координат.
Копия детали - это группа операций, которая синхронизируется с группой (деталью) прототипа. Невозможно добавить или удалить операцию внутри копии. Если операция создается / удаляется в детали-прототипе, то копия этой операции будет создана / удалена во всех копиях прототипа. Копия детали содержит внутри себя специальные копии операций. Копия операции не вычисляет саму траекторию. Она просто применяет траекторию операции прототипа к положению копии детали. Таким образом, если сбросить операцию-прототип, все копии этой операции будут сброшены. Пересчет копий нужно запускать вручную.

Есть возможность вывода траектории копий в виде вызовов подпрограмм. Способ вывода определяется в параметрах прототипа детали. Перед использованием подпрограмм убедитесь, что ваш постпроцессор поддерживает их.



Есть возможность выставить индивидуальные параметры копирования для каждой операции в группе.



5.3.5.2 **Наладка:**

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

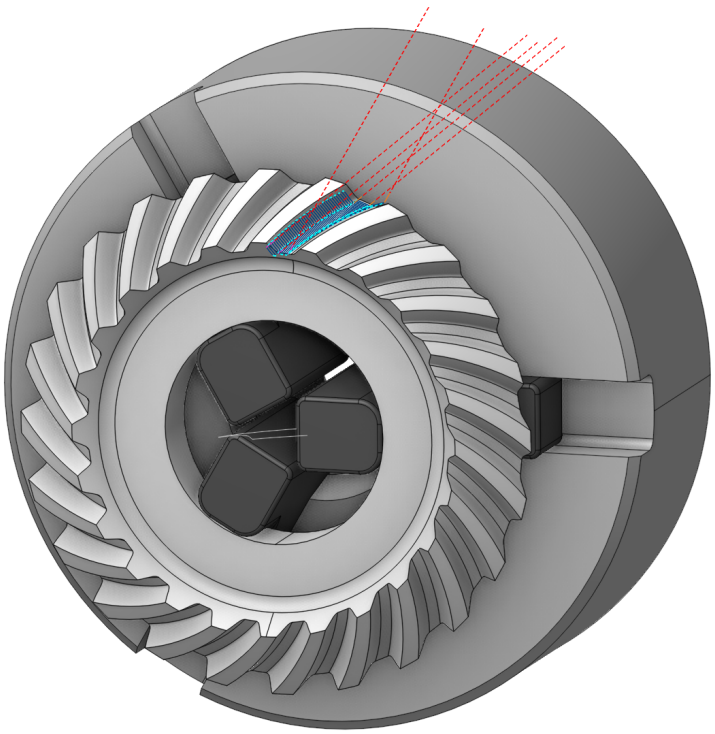
5.3.5.3 **Преобразования:**

Набор параметров операций, позволяющих выполнить преобразование координат для рассчитываемой в процессе работы траектории движения инструмента. Узнать больше(see page 664)

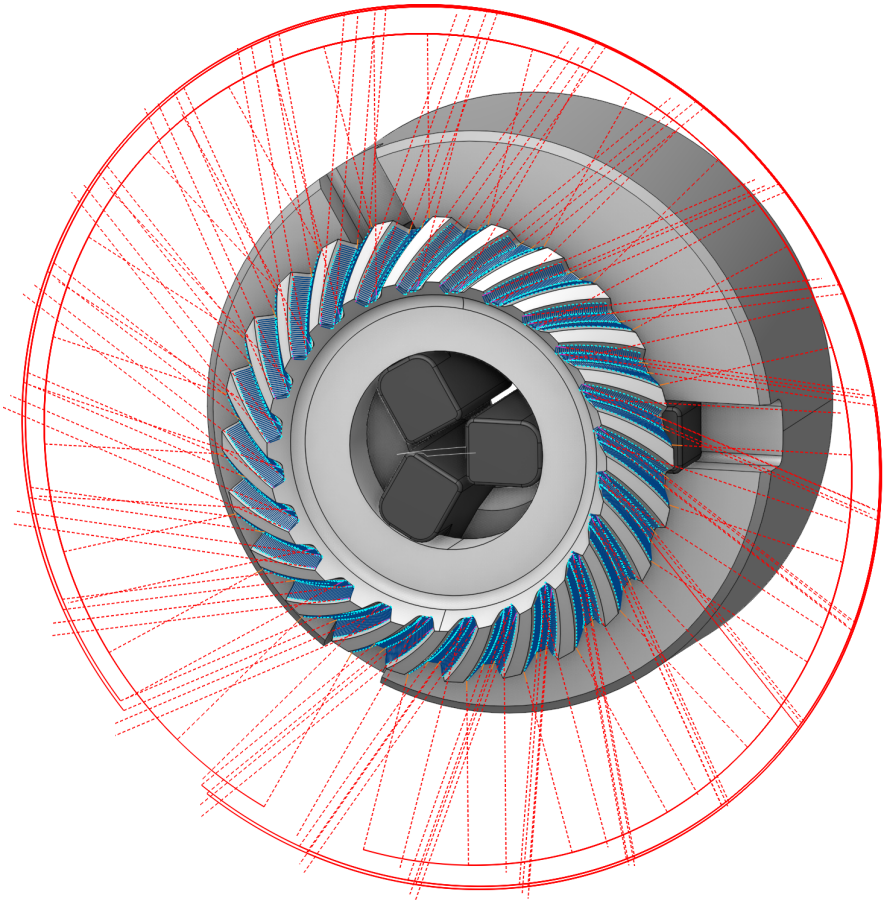
© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.3.6 Группа размножения

© 2025 ООО СПРУТ Технология



© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.3.6.1 Область применения:

В этой группе определяются методы копирования траекторий, которые затем наследуются операциями внутри этой группы. Такой подход позволяет выполнять операции по обработке отдельных элементов детали, а групповая обеспечивает их автоматическое распространение на все типовые элементы по установленным правилам. Копирование осуществляется по правилам вкладки **Преобразование.** Для сортировки операций используйте режим Сортировка **.** Узнать больше(see page 709)

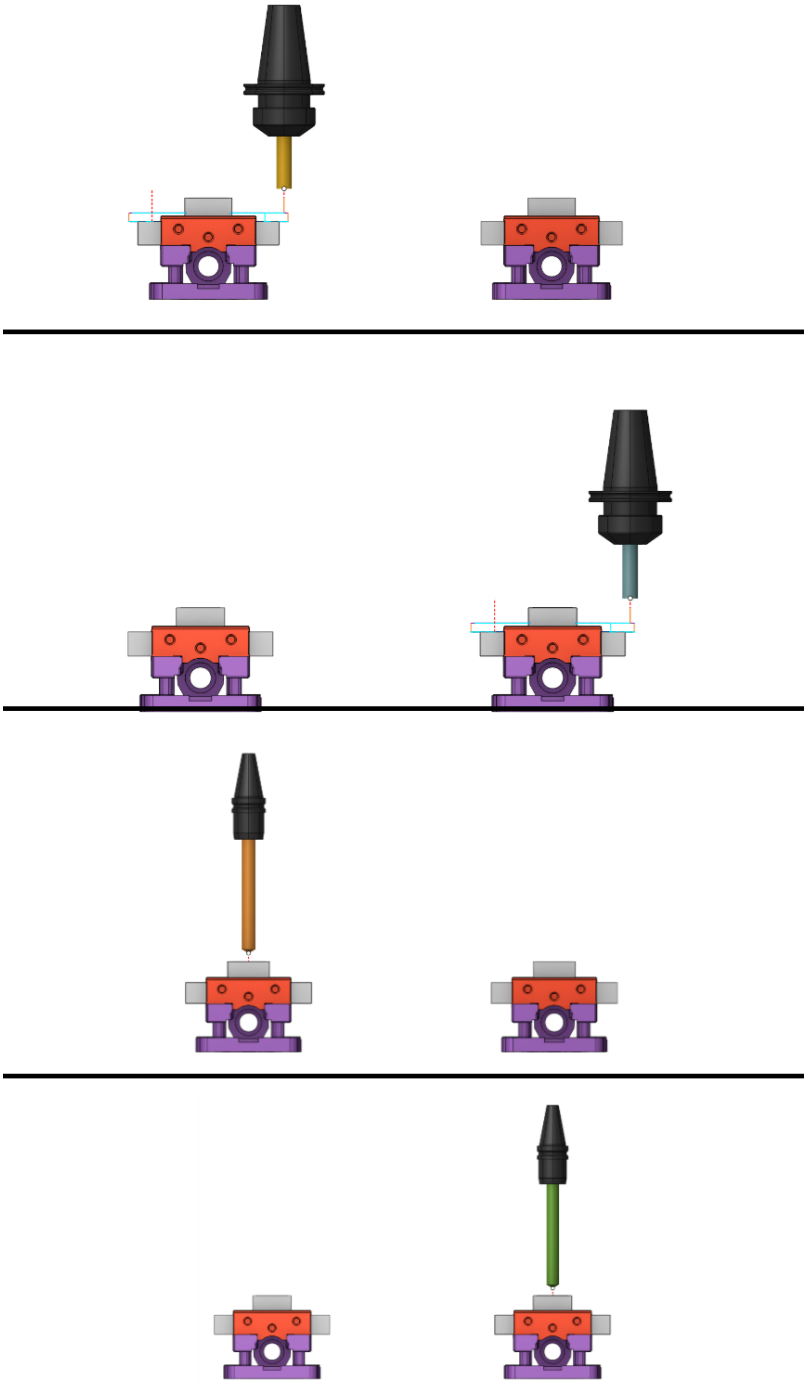
5.3.6.2 Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

5.3.6.3 Преобразования:

Набор параметров операций, позволяющих выполнить преобразование координат для рассчитываемой в процессе работы траектории движения инструмента. Узнать больше(see page 664)

5.4 Сортировка (порядок обработки) и переходы



5.4.1 **Область применения:**

Операции внутри группы деталей определяют последовательность обработки только этой одной детали. Фактически он определяет остаточный материал заготовки для каждой следующей операции. Если проект содержит более одной детали, реальная последовательность обработки может быть переопределена, например, для минимизации смены инструмента или поворота колонны.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Используйте кнопку на главной панели, чтобы включить режим сортировки. В этом режиме отображается переупорядоченное дерево операций.

По умолчанию операции сортируются автоматически так, чтобы минимизировать смену инструмента. Порядок обработки можно изменить вручную путем перетаскивания или с помощью кнопок со стрелками на панели сортировки. Кнопка со стрелкой перемещает выбранную операцию до / после предыдущей / следующей. Кнопка "Сортировать" восстанавливает автоматическую сортировку. Правила автоматической сортировки определяются в следующем всплывающем меню.

Переходы между операциями не могут быть рассчитаны до того, как будет установлен реальный порядок обработки, поэтому их расчет был отделен от основного процесса расчета. Полный рабочий процесс для составных проектов включает следующие шаги:

- Размещение деталей в рабочем пространстве станка
- Разработка процесса обработки каждой детали. Расчет траектории инструмента без переходов (подходов и возвратов).
- Моделирование процесса с отключённым режимом сортировки для проверки правильности смены заготовок и др.
- Переупорядочивание в **режиме сортировки**.
- Расчет переходов между операциями.
- Моделирование процесса обработки в режиме сортировка для проверки переходов и смены инструмента между переходами.
- Генерация траектории инструмента (постпроцессирование).

5.4.2 Основные элементы:

5.4.2.1 Сортировать.

Эта кнопка нужна для автоматической сортировки операций по определенному приоритету. **Приоритет сортировки осуществляется по расположению групп в списке.**

Нажмите здесь для раскрытия...

Инструмент. Группа для сортировки по инструменту.

Сторона. Группа для сортировки по стороне.

Деталь. Группа для сортировки по детали.

Элементам детали. Группа для сортировки по элементу.

По операциям. Группа для сортировки по операциям.

Режим токарных автоматов. Группа для сортировки по операциям токарных автоматов.

Сброс сортировки. Сброс автоматической сортировки.

Удалить группу в дереве. Если группа отключена, она не отображается в дереве отсортированных операций.

Увеличить приоритет сортировки. Повышает приоритет.

Уменьшить приоритет сортировки. Уменьшить приоритет.

5.4.2.2 Поднять вверх / Сдвинуть вниз

Нужен для ручной сортировки конкретной операции.

5.4.2.3 С переходом.

Вычисляет выбранные операции с переходами. Переходы между операциями отображаются линиями.

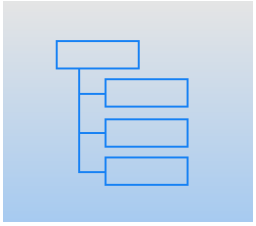
5.4.2.4 Без перехода.

Вычисляет выбранные операции без расчета переходов.

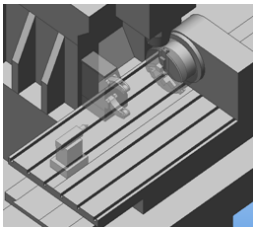
5.5 Перечень типов технологических операций

По принципу формирования траектории инструмента операции можно условно разделить на черновые и чистовые. Разница между ними в том, что черновые операции производят выборку материала, а чистовые – только обработку поверхности. Операции доработки отличаются от остальных значениями параметров, которые устанавливаются при их создании.

Перечень всех типов технологических операций с их кратким описанием приводится ниже. Типы технологических операций разделены на такие же группы, как и в окне создания новой операции.

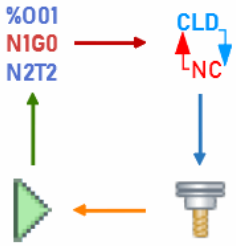
Группа операций(see page 730)	
	Группа предназначена для систематизации различных операций имеющих сходные настройки. Используя группы операций можно сформировать технологический процесс с древовидной структурой. При изменении параметров группы происходит изменение схожих параметров во всех входящих в нее операциях.
Вспомогательная операция(see page 454)	

© 2025 ООО СПРУТ Технология



<Вспомогательные операции> CAM системы предназначены для оформления специфичных, узко специальных (для определенных типов станков, для конкретного предприятия) последовательностей команд CLData в именованный список, который может быть сохранен и использован многократно в процессе работы с системой. Это могут быть, например, такие операции как зажим патрона, смена инструмента, подвод задней бабки, переворот заготовки, установка активной системы координат заготовки G54-G59 и т.п.

Операция на основе текста УП, Токарная операция на основе текста УП(see page 1688)

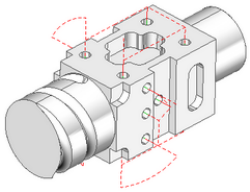


Операции предназначены для формирования траектории перемещения инструмента на основе текста УП, заданного в качестве рабочего задания, и выбранного интерпретатора. Текст управляющей программы может быть написан непосредственно во встроенном текстовом редакторе или загружен из внешнего файла и отредактирован, в случае необходимости. Применение операций возможно также для индексной и непрерывной обработки на 4-х и 5-ти координатных обрабатывающих центрах. Поддерживаются все доступные типы моделирования, в том числе аддитивная обработка для симуляции наращивания слоя материала.

С помощью этих операций можно выполнить прямое управление симуляцией станка посредством G-кодов, проверку и оптимизацию управляющей программы, преобразование УП одной стойки в другую, отладку работы собственного интерпретатора в процессе его создания.

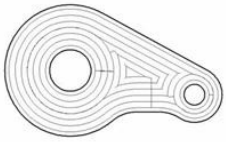
Черновые фрезерные операции

Обработка отверстий(see page 791)



Формируется набор технологических команд для сверления отверстий, расточки, центровки, нарезания либо фрезерования резьбы. Операция может использоваться как для обработки отверстий детали, так и для предварительного засверливания в точках опускания инструмента при выборке области, например, черновой послойной операциях. Внутри одной операции могут быть обработаны отверстия, имеющие различную ориентацию в пространстве, т.е. такие отверстия, оси которых не перпендикулярны одной плоскости. Следует заметить, что могут быть обработаны в том числе и отверстия, не лежащие в ортогональных плоскостях.

Выборка области(see page 852)



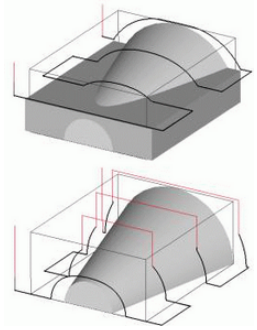
Послойная выборка материала внутри заданной области или кармана. Форма области для выборки формируется из проекций кривых на горизонтальную плоскость. Операцию целесообразно использовать для двух, двух с половиной координатной обработки карманов и изолированных областей, а также для предварительной выборки материала перед гравировальными операциями.

Черновая послойная операция(see page 876)Черновая послойная операция



Послойная выборка избыточного материала заготовки, находящегося вне объемной обрабатываемой модели. Также как и в выборке области, основная часть материала удаляется горизонтальными ходами инструмента. Операция часто применяется для первичной черновой обработки деталей сложной формы, которые имеют значительные геометрические отличия от заготовки.

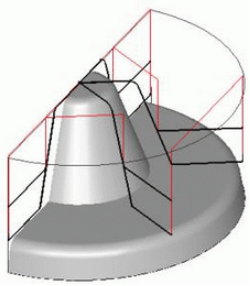
Черновая построчная операция(see page 895)Черновая построчная операция



Построчное удаление избыточного материала заготовки, находящегося вне объемной обрабатываемой модели. Отдельные строчки лежат в семействе параллельных вертикальных плоскостей. Для ограничения нагрузки на инструмент, обработка может производиться с разбивкой на слои. Получаемая в результате обработки деталь обычно меньше отличается от исходной модели, чем после послойной обработки при схожих параметрах. Операцию целесообразно применять при необходимости получения детали после черновой обработки незначительно отличающейся от исходной модели, а также при фрезеровании легкообрабатываемого материала

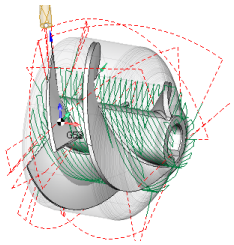
Черновая управляемая операция(see page 1594)Черновая управляемая операция

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Как и в построчной операции, удаление избыточного материала заготовки, находящегося вне объемной обрабатываемой модели производится отдельными строчками. В зависимости от параметров операции, строчки лежат либо в семействе вертикальных плоскостей, либо в семействе вертикальных математических цилиндров, форма и расположение которых задается направляющими кривыми. Для ограничения нагрузки на инструмент, обработка может производиться с разбивкой на слои. В ряде случаев деталь после обработки имеет незначительные отличия от исходной модели, но из-за неравномерности объема снимаемого материала не всегда удается достичь оптимального времени обработки. Операцию рекомендуется использовать лишь при специфической форме заготовки и обрабатываемой детали.

Черновая ротационная(see page 970)



Черновая ротационная - это четырехкоординатная операция, удаляющая материал заготовки слой за слоем. Она схожа с черновой послойной операцией с тем отличием, что слои обработки представляют собой не плоскости, а концентрические цилиндры.

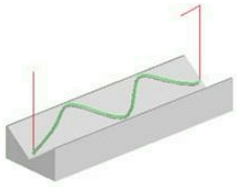
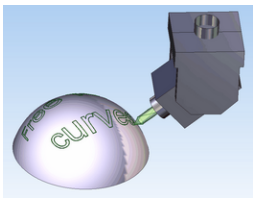
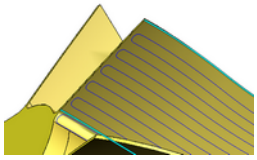
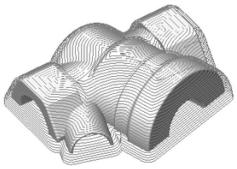
Чистовые фрезерные операции

2D контур(see page 823)

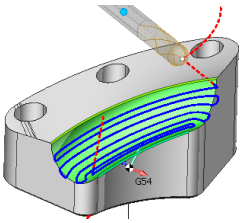
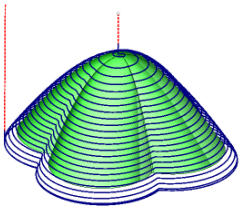
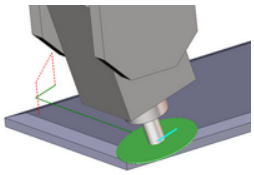


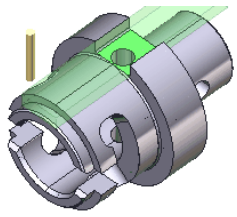
Обработка горизонтальных контуров или проекций кривых на горизонтальную плоскость. Горизонтальные ходы инструмента строятся исходя из условия прохождения оси инструмента вдоль контура или касания исходного контура боковой поверхностью фрезы. Операция используется для осуществления элементарных горизонтальных проходов, например, для формирования боковой стенки детали или паза с постоянным уровнем дна и т.п.

3D контур(see page 860)3D контур

	Генерируется серия ходов инструмента вдоль произвольных кривых. Вид траектории в плане аналогичен обработке 2D контура: ходы инструмента строятся исходя из условия прохождения оси инструмента вдоль кривой или в касания исходной кривой боковой поверхностью фрезы. Координата Z в каждой точке траектории вычисляется как смещение на заданную величину от координаты Z соответствующей точки кривой. Операцию можно использовать для обработки кромки у поверхности разъема или для формирования канавки сложной формы и т.п.
5D контур(see page 1009)5D контур	
	Операция 5D контур предназначена для формирования непрерывной пятикоординатной траектории перемещения инструмента. В зависимости от способа рабочего задания чистовые проходы операции могут формироваться тремя способами: с использованием изопараметрических линий поверхностей, по проекции существующих кривых на деталь, с использованием ребер детали.
Морфинг(see page 1072)Морфинг	
	Операция Морф формирует траекторию плавной деформации между двумя заданными кривыми со скоростными переходами между строчками. Доступны стратегии: Поперек, Вдоль, Спиральная. 3-5 осевая траектория со следующими режимами ориентации осей инструмента: фиксированная, по нормали к ведущей 4D кривой/оси вращения/ведущей 5D кривой/поверхностям 5D. Преимущества: Большинство операций для обработки роторов турбин, лопаток турбин, винтовых поверхностей и сложных каналов. Высокоскоростные переходы между строчками
3D смещение(see page 916)3D смещение	
	Траектория операции 3д смещения начинается с кривых, лежащих на детали, и строится путем последовательно смещения этих кривых вовнутрь на расстояние шага обработки до тех пор, пока кривые не схлопнутся. Таким образом, траектория напоминает эквидистантную выборку за исключением того, что смещение строится не на плоскости, а в 3д пространстве на поверхности детали. В результате, операция позволяет получать постоянную высоту гребешка в независимости от наклона поверхностей обработки.

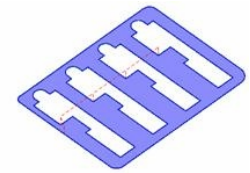
© 2025 ООО СПРУТ Технология

5-осевая по поверхностям(see page 1032)	
	Операция чистовой обработки позволяет обработать поверхность модели разнообразными стратегиями (параллельно к плоскости, параллельно к кривой, морфинг и другие) и режимами управления осью инструмента (фиксированный, по нормали к поверхностям, к оси вращения, к точке, к кривой и т.д.).
Спиральная обработка(see page 923)	
	Операцию спиральной обработки целесообразно применять для обработки цилиндрических деталей без поднутрений. В качестве рабочего задания будет выбрана вся модель. Операция может сгенерировать однопроходную спиральную траекторию для всей модели. Если в модели встречаются области, которые не могут быть обработаны без перехода, то они будут обработаны после завершения обработки текущего прохода. Операция не контролирует высоту гребешка.
Операция пиление(see page 1596)Операция пиление	
	Операция пиление специально спроектирована для эффективного программирования обработки дисковыми пилами вплоть до 5ти осей для обработки дерева, мрамора, гранита, камня и подобных материалов. Преимущества: Автоматический расчет наклона пилы, подходов и рабочего движения пилы.
Гравировальная операция(see page 848)	



Операция предназначена для гравировки различных рисунков и надписей на плоских участках. Гравируемый рисунок формируется из проекций кривых на горизонтальную плоскость. Основная часть боковой поверхности модели формируется горизонтальными ходами инструмента, а для формирования острых внутренних углов и для обработки участков небольшой ширины применяется трехмерная доработка. Операция используется для гравирования плоских рисунков и надписей, а также для чистового прохода вдоль боковых стенок карманов и изолированных областей при двух, двух с половиной координатной обработке.

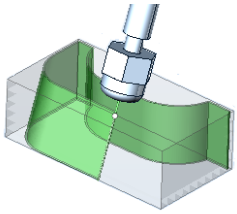
Операция резки(see page 1321)



Обработка горизонтальных контуров или проекций кривых на горизонтальную плоскость. Горизонтальные ходы инструмента строятся исходя из условия прохождения оси инструмента вдоль контура или касания исходного контура боковой поверхностью фрезы.

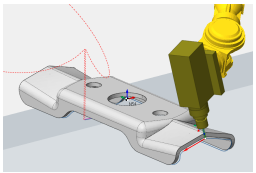
Отличие операции от обработки 2D контура заключается в возможности задать порядок обработки кривых. Операция используется для вырезания шаблонов из листовых заготовок.

Операция (see page 1325)4D(see page 1325) резка (see page 1325)



Резка 4D может быть использована для программирования гидроабразивной, лазерной, плазменной и др. типов обработки, где в качестве режущего инструмента выступает струя или луч. Операция позволяет обрабатывать как чисто плоские элементы со строго вертикальными стенками, так и более сложные детали с наклонными стенками. Рабочие контура задаются точно также как и в операциях электроэрозионной обработки, однако результирующая траектория выводится в формате "точка + нормаль" и "точка + поворотные оси станка".

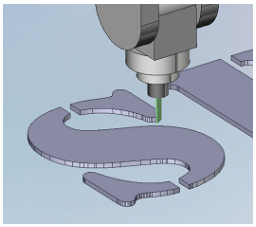
Операция 5D резка(see page 1327)



Операция "Резка 5D" предназначена для резания на пространственных поверхностях сложной формы. Она основана на операции "5D контур(see page 1009)", поэтому все их параметры эквивалентны за исключением функций многопроходной обработки, ненужных в данном контексте использования

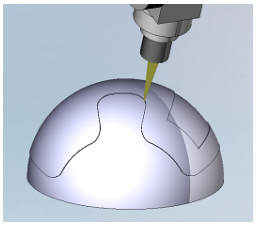
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Резка ножом 2D(see page 1364)



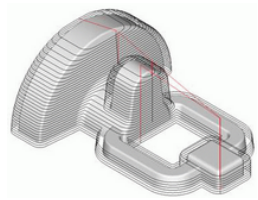
Операция <Резка ножом 2D> разработана для программирования вырезки ножом из листового материала. В острых углах траектории формируется специальный переход, который позволяет избежать загиба материала из-за резкого поворота ножа. За основу взята операция <2D обработка кривой(see page 823)>. Использование ножа(see page 1364) в качестве режущего инструмента накладывает дополнительные требования к оборудованию. Помимо трех линейных координат X,Y,Z, станок должен иметь управляемую поворотную ось, обеспечивающую вращение ножа вокруг собственной оси.

Резка ножом 6D(see page 1365)



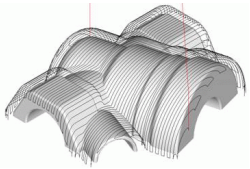
Операция <Резка ножом 6D> разработана для программирования вырезки ножом на сложных пространственных поверхностях. В острых углах траектории формируется специальный переход, который позволяет избежать загиба материала из-за резкого поворота ножа. За основу взята <операция 5D контур(see page 1009)>. В каждой точке траектории лезвие ножа(see page 1364) должно разворачиваться вдоль направления движения. Для этого необходимы все 6 степеней свободы. Очень часто в качестве оборудования для резки ножом применяются 6ти координатные промышленные роботы.

Чистовая послойная операция(see page 899)Чистовая послойная операция



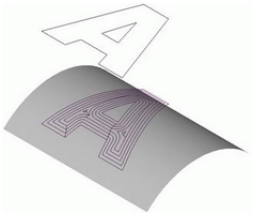
Послойная обработка поверхности объемной модели. Фрезерование производится горизонтальными ходами инструмента. Операция дает хороший результат при обработке деталей или их частей с преобладанием участков поверхности близких к вертикальным. Для обработки деталей более сложной формы рекомендуется использовать послойную операцию совместно с построчной или управляемой.

Чистовая построчная операция(see page 904)Чистовая построчная операция



Формируется набор технологических команд для сверления отверстий, расточки, центровки или нарезания резьбы. Операция может использоваться как для обработки отверстий детали, так и для предварительного засверливания в точках опускания инструмента в выборке области и черновой послойной операциях. Построчная обработка поверхности объемной модели. Рабочие ходы лежат в семействе параллельных вертикальных плоскостей. Хороший результат достигается при обработке пологих участков поверхности детали, а также участков близких к вертикальным при небольшом отклонении нормали поверхности от плоскости рабочего хода. Поэтому для обработки деталей сложной формы операцию рекомендуется использовать совместно с послойной или с другой построчной операцией, у которой плоскости строчек перпендикулярны плоскостям строчек первой операции.

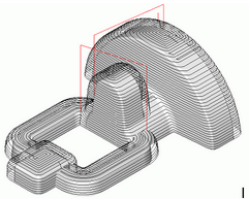
Чистовая управляемая операция(see page 1592)Чистовая управляемая операция





Как и в построчной операции, обработка поверхности объемной модели производится отдельными строчками. В зависимости от параметров операции, строчки лежат либо в семействе вертикальных плоскостей, либо в семействе вертикальных математических цилиндров, форма и расположение которых задается направляющими кривыми. Операция дает особенно хороший результат при обработке отдельных зон детали со сложными вытянутыми криволинейными поверхностями. Целесообразно использовать для доработки участков поверхности детали специфической формы, для обработки ряда деталей с плавным изменением геометрии поверхности, а так же для фрезерования надписей и рисунков на поверхности детали произвольной формы.

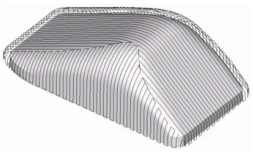
Комбинированная операция(see page 1591)Комбинированная операция



Траектория для обработки поверхности объемной модели формируется в два этапа. Сначала строятся горизонтальные ходы инструмента (как в послойной операции), а затем для необработанных участков достраивается траектория по правилам принятым в управляемой операции. Благодаря такому подходу одинаково хорошо обрабатываются как пологие, так и крутые участки. Достаточно равномерная высота гребешка получается даже при использовании постоянного шага. Комбинированная обработка обеспечивает более легкие условия работы инструмента, что в свою очередь позволяет применять удлиненный инструмент меньшего диаметра. Операция позволяет производить качественную чистовую обработку вне зависимости от сложности рельефа поверхности модели, а так же минимизировать время обработки.

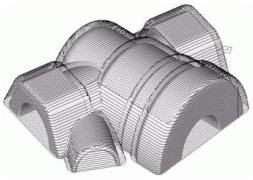
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Построчно-оптимизированная операция(see page 913)Построчно-оптимизированная операция



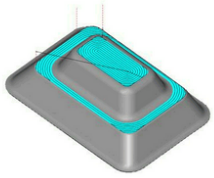
Для обработки поверхности объемной детали создаются сразу две построчные операции с взаимно перпендикулярными плоскостями строчек. Параметры операций заполняются таким образом, чтобы каждая операция обрабатывала лишь те участки поверхности детали, на которых достигается оптимальный результат. При этом достигается равномерное качество обработки на всей поверхности детали. Использование построчно-оптимизированной операции позволяет производить качественную обработку моделей со сложной формой поверхности, а так же минимизировать время обработки.

Комплексная операция(see page 927)Комплексная операция



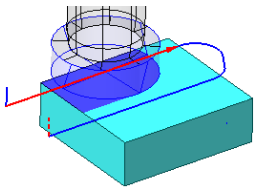
Для обработки поверхности объемной детали создаются сразу две операции: построчная и послойная. Параметры операций автоматически выбираются так, чтобы пологие участки обрабатывались построчной операцией, а участки близкие к вертикальным – послойной. В результате получается равномерное качество всей поверхности обработанной детали. При комплексной обработке обеспечиваются более легкие условия работы инструмента, что в свою очередь позволяет применять удлиненный инструмент меньшего диаметра. Операция позволяет производить качественную обработку при любом рельефе поверхности модели, а так же минимизировать время обработки.

Операция обработки плоских горизонтальных участков(see page 863)Операция обработки плоских горизонтальных участков



Операция позволяет производить чистовую обработку плоских горизонтальных участков поверхности модели. Такие участки в модели выделяются автоматически. Обработка плоских горизонтальных участков производится сериями горизонтальных ходов инструмента. Все не горизонтальные участки обрабатываемой модели контролируются при обработке, что не допускает зарезов модели.

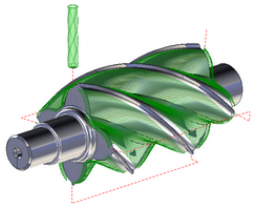
Операция обработки торцев(see page 867)Операция обработки торцев



Операция обработки торца удаляет материал заготовки на заданной горизонтальной плоскости с помощью одной из следующих стратегий.:

- Параллельная,
- Зигзаг,
- Оптимизированный зигзаг,
- Спираль.

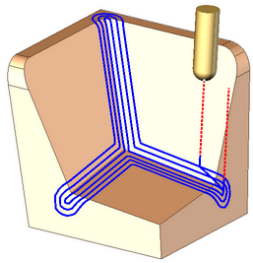
Ротационная обработка(see page 979)Ротационная обработка



Операция <Ротационная обработка> становится доступной, если станок имеет хотя бы одну непрерывную поворотную ось. Она применяется при обработке деталей типа кулачковых либо коленчатых валов, червяков, лопастей для автомобильной, нефтяной и газовой промышленности, также используется для обработки декоративных фигур и других деталей сложной геометрической формы.

Операции фрезерной доработки

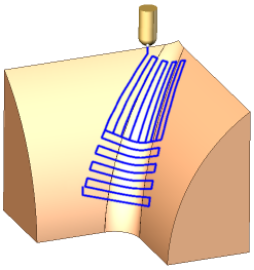
Карандашная обработка(see page 932)



Операция Карандашной обработки генерирует проходы вдоль внутренних углов детали.

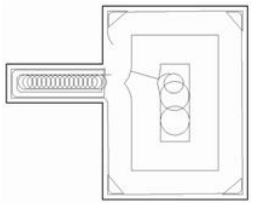
Операция Подчистка углов(see page 939)

© 2025 ООО СПРУТ Технология



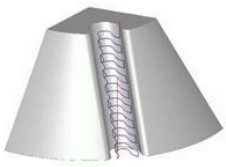
Подчистная операция на основе заданного диаметра предыдущего инструмента генерирует проходы в местах, где вышеупомянутый инструмент оставил бы недоработанный материал.

Доработка области(see page 931)Доработка области



Доработка остаточного материала производится при помощи операции выборки области. То есть, формируется послойная доработка внутри заданной области или кармана. Форма области формируется из проекций кривых на горизонтальную плоскость. Операцию целесообразно использовать для доработки остаточного материала инструментом меньшего диаметра при двух, двух с половиной координатной обработке карманов и изолированных областей.

Послойная доработка(see page 931)Послойная доработка



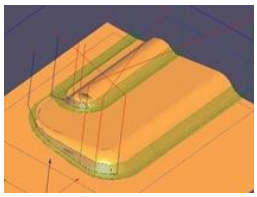
Доработка поверхности объемной модели чистовой послойной операцией. Горизонтальными ходами инструмента фрезеруются участки поверхности детали, не достаточно обработанные предыдущими операциями. Хороший результат достигается при доработке почти вертикальных участков.

Построчная доработка(see page 931)Построчная доработка



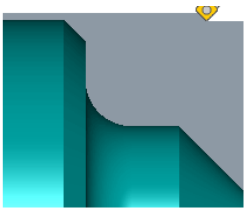
Доработка поверхности объемной модели чистовой построчной операцией. Рабочими ходами, лежащими в семействе параллельных вертикальных плоскостей, фрезеруются участки поверхности детали, не достаточно обработанные предыдущими операциями. Операцию рекомендуется использовать для доработки пологих участков, а также участков близких к вертикальным при небольшом угле между плоскостью рабочего хода и нормалью обрабатываемого участка.

Управляемая доработка(see page 931)Управляемая доработка

	Доработка поверхности объемной модели чистовой управляемой операцией. Рабочими ходами, лежащими в семействе вертикальных плоскостей или математических цилиндров, фрезеруются участки поверхности детали, не достаточно обработанные предыдущими операциями. По умолчанию направляющая область формируется по недоработанным зонам, что позволяет произвести доработку с минимальным количеством переходов. Операция дает хороший результат при доработке не вертикальных участков.
Построчно-оптимизированная доработка(see page 931)Построчно-оптимизированная доработка	
	Доработка поверхности объемной модели чистовой построчно-оптимизированной операцией. Участки поверхности детали, недостаточно обработанные предыдущими операциями, фрезеруются парой построчных операций с взаимно перпендикулярными плоскостями строчек. Причем, каждая из операций дорабатывает лишь участки, на которых достигается оптимальный результат. Доработку построчно-оптимизированной операцией целесообразно проводить при наличии недоработанных участков относительно большой площади.
Комплексная доработка(see page 931)Комплексная доработка	
	Доработка поверхности объемной модели чистовой комплексной операцией. Участки поверхности детали, недостаточно обработанные предыдущими операциями, фрезеруются сразу двумя операциями: построчной и послойной. Пологие участки дорабатываются построчной операцией, а участки близкие к вертикальным – послойной. Операция позволяет производить качественную доработку участков произвольной формы при любом рельефе поверхности детали.

Токарные операции
Наружное и внутреннее черновое точение(see page 1176)

© 2025 ООО СПРУТ Технология



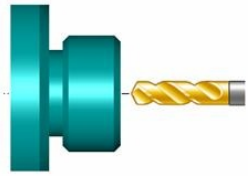
Операция предназначена для снятия большей части материала заготовки. Применяется для случаев, когда заготовка и деталь значительно отличаются друг от друга. Снятие материала производится сериями параллельных ходов инструмента. Операция позволяет быстро снять значительную часть материала заготовки с минимальными временными затратами.

Обработка торца(see page 1173)



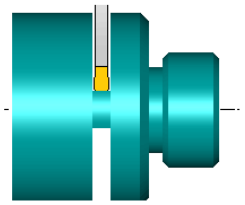
Операция предназначена для обработки вертикальных торцевых поверхностей детали. Применяется для подготовки базовых поверхностей для сверления, а так же перед другими токарными операциями. Может использоваться как для черновой, так и для чистовой обработки.

Токарная отработка отверстий(see page 1227)

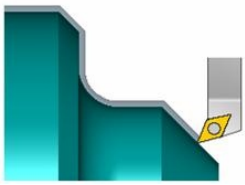
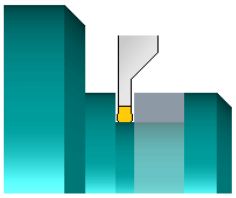


Операция предназначена для формирования технологических команд обработки осевых отверстий: сверления, растачивания, центровки, нарезания резьбы. В операции реализованы следующие типы циклов: простое сверление, сверление глубоких отверстий с ломкой стружки, сверление глубоких отверстий с удалением стружки, нарезание резьбы метчиком. Имеется возможность установить способ вывода циклов в управляющую программы – без циклов (выводятся элементарные команды перемещения инструмента), с циклами, (выводятся полноценные циклы обработки отверстий).

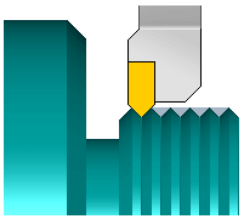
Отрезка(see page 1222)

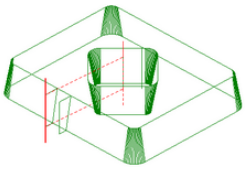
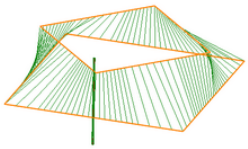


Операция производит отрезку обработанной части заготовки с возможностью формирования на ней фасок или скруглений. Опционально устанавливаются также размеры предварительно обрабатываемой канавки, параметры ломки стружки и величины задержек.

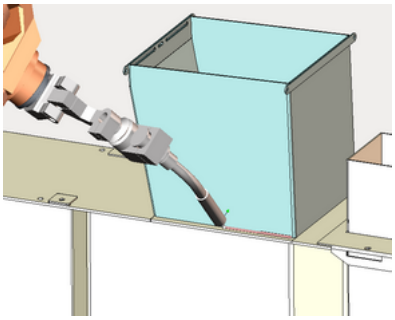
Наружное и внутреннее чистовое точение(see page 1192)	
	Операция предназначена для финишной обработки. Обработка ведётся эквидистантными ходами вдоль контура детали. Дают наилучшие результаты при небольших отличиях заготовки и модели. Позволяют производить обработку модели без учёта заготовки. Также позволяют выполнять 4-х осевое точение(see page 1270). 4-х осевое точение позволяет производить чистовую обработку труднодоступных участков при помощи всего одной операции за счет непрерывного изменения угла наклона инструмента в процессе перемещения вдоль контура (с использованием 4-й оси станка, при ее наличии). Это позволяет уменьшить количество смен инструмента, тем самым увеличив производительность обработки. Для расчета траектории используется заданная геометрия контура, а также информация об углах наклона инструмента в той или иной точке контура.
Обработка наружных внутренних и торцевых канавок(see page 1195)	
	Операция предназначена для точения канавок или закрытых областей, недоступных для обработки другими типами токарных операций. Результирующая траектория учитывает специфику канавочного инструмента, преобладающим направлением резания которого является обработка сверху вниз. Операция может совмещать в себе черновые ходы для выборки большей части материала и чистовые ходы, максимально приближающие контур заготовки к контуру детали. Допустимо снятие чернового материала как в один, так и в несколько слоев, с использованием разнообразных стратегий и направлений резания. Имеются функции ломки и удаления стружки на каждом или только на первом резе, паузы на всех слоях или только на дне, в секундах или в оборотах шпинделя.
Наружное и внутреннее нарезание резьбы, Нарезание профильной резьбы(see page 1205)	

© 2025 ООО СПРУТ Технология

	Операция предназначена для нарезания различных типов резьб токарным резцом или гребенкой. Имеется возможность выбора геометрических параметров стандартных метрических, дюймовых, трубных, трапецеидальных и др. цилиндрических и конических резьб из базы данных или установки этих параметров вручную для формирования специальной резьбы. Обработка может производиться за один или несколько проходов. С возможностью регулирования глубины каждого последующего хода, исходя из условия равномерности глубин резания или неизменности площади контакта инструмента с заготовкой. Стратегии многопроходной обработки позволяют установить способы врезания инструмента к следующему слою: радиально, вдоль одной из боковых сторон зуба, попеременно вдоль двух сторон зуба, под произвольным углом. Имеется возможность нарезания резьб со сложным нестандартным профилем.

Электроэрозионные операции	
2D электроэрозионная обработка контура(see page 1369)	
	Операция <2D электроэрозионная обработка контура> предназначена для формирования траектории перемещения проволоки вдоль плоского контура (2-х координатная обработка), а также перемещения вдоль плоского контура с определенным углом наклона проволоки (конусная или 3-х координатная обработка). Получаемая траектория перемещения проволоки, таким образом, основывается на контурах, лежащих в одной плоскости.
4D электроэрозионная обработка контура(see page 1371)	
	Операция <4D электроэрозионная обработка контура> предназначена для формирования траектории перемещения проволоки вдоль двух плоских контуров одновременно. Один из этих контуров задает перемещения нижней направляющей станка (точнее перемещения в плоскости рабочего контура XY), а второй – перемещения верхней направляющей станка (или перемещения в плоскости направляющего контура UV).

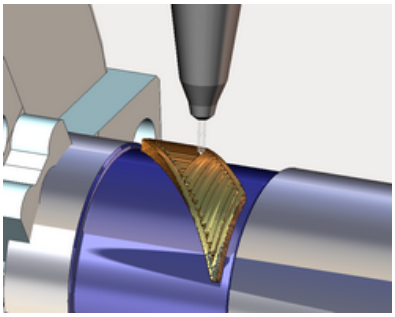
Операции сварки
Сварка 5D(see page 1476)



Реализует функционал автоматического расчета геометрии сварочного шва без привязки к конкретному типу сварки и оборудования (т.е. не формирует специфических команд управления для лазера, электрической дуги, газовой горелки, ультразвуковой установки и т.п.). В рабочем задании достаточно добавить ребро проходящее вдоль свариваемых деталей и система автоматически рассчитает в каждой точке кривой углы наклона сварочной головки таким образом, чтобы она проходила как можно ближе к середине между соседними стенками и не сталкивалась с ними. Затем можно перейти в режим моделирования и увидеть симуляцию наплавки материала в месте прохождения кончика сварочной головки.

Операции аддитивной обработки

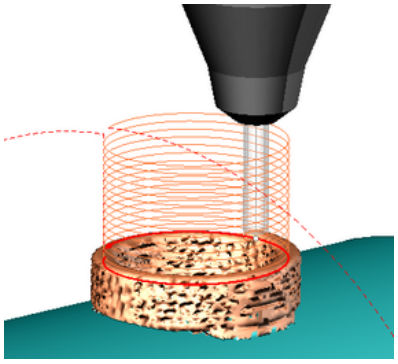
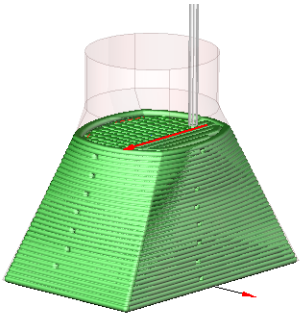
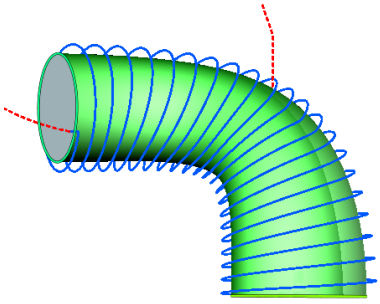
Наплавка области(see page 1486)

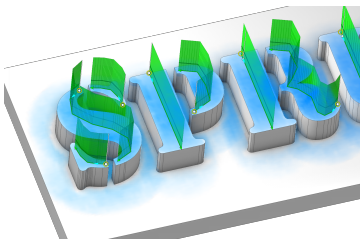
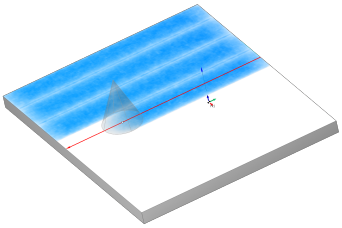
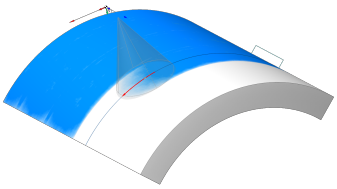
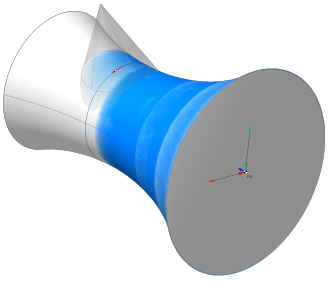


Реализует концепцию аддитивного производства, когда, в отличие от резания, материал не удаляется инструментом, а, наоборот, добавляется к заготовке в процессе обработки. Позволяет, например, наращивать на поверхности детали слой материала, обладающего особыми характеристиками: высокой твердостью, прочностью, износостойкостью, антифрикционными свойствами, коррозионной и жаропрочностью и т.п. Также дает возможность восстанавливать геометрические размеры дорогостоящих деталей и инструмента, осуществлять ремонт лопаток, штампов, прессформ, шестерней, валов и т.д.

Интерфейс задания параметров и зоны обработки схож с операцией Выборка области. Позволяет при помощи кривых и ребер 3D модели ограничить область внутри которой нужно произвести наращивание материала. В зависимости от выбранной базовой поверхности эта область может быть расположена на плоскости, цилиндре или теле вращения. А при включении опции проецирования на 3D модель, наращивание и вовсе может производиться на поверхность произвольной формы. Наплавка осуществляется либо эквидистантными, либо параллельными ходами внутри заданной области. При этом можно задать количество слоев, которые нужно наплавить, указать угол конуса для боковых стенок.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Наплавка по кривой(see page 1491)
 Аддитивная операция, которая генерирует траекторию вдоль кривых указанных в рабочем задании снизу вверх по слоям. Она полезна для обработки тонкостенных моделей. Исходные кривые могут быть расположены на плоскости, цилиндре или теле вращения. Если включена опция "Проецировать траекторию на деталь", то наплавка может быть произведена на поверхности произвольной формы. Траектория может быть оформлена либо в виде параллельных слоев, либо в виде непрерывной поднимающейся спирали.
Наплавка 3D(see page 1494)
 Аддитивная операция которая принимает 3D модель на вход. Она очень похожа на операцию Черновая послойная за исключением того что она работает снизу вверх. Она пересекает исходную модель плоскостью слой за слоем и генерирует траекторию для заполнения полученной в результате пересечения области для каждого уровня. Операция может использовать следующие стратегии заполнения области: Параллельными ходами и эквидистантными ходами.
Наплавка 5D(see page 1494)
 Операция <Наплавка 5D по поверхностям> позволяет наращивать слой материала на поверхности детали на 3- или 5-осевых станках. Она полезна для обработки тонкостенных моделей. Операция позволяет произвести наплавку отдельных поверхностей детали с последующей их фрезеровкой. Также может послужить упрочнению поверхностей путем наплавки материала в наиболее нагруженных зонах детали. В операцию добавлены спиральные стратегии и параметры, которые позволят избежать прохождения инструмента в одном и том же месте несколько раз. Также операция может использовать следующие стратегии: Параллельно плоскости, Морфинг, Параллельно кривой.

Операции покраски(see page 1577)
Покраска по контуру

За основу для этой операции была взята операция 6D Контур(see page 1009). Вы можете использовать эту операцию, если вам нужно более гибкое управление положением инструмента в каждой точке траектории.
Покраска по поверхности

За основу для этой операции была взята операция Наплавка 5D(see page 1497). Вы можете использовать множество удобных стратегий для создания траекторий с целью окраски различных поверхностей.
Покраска морф

За основу для этой операции была взята операция Морфинг(see page 1072).
Покраска ротационная

За основу для этой операции была взята операция Ротационная обработка(see page 979).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.6 Описание базовых технологических понятий

Смотри вложенные страницы

5.6.1 Группа операций

Группа предназначена для систематизации различных операций имеющих сходные настройки. Операция не производит расчета траектории.

Группа операций может включать в себя операции любого типа, в том числе и сами группы операций. То есть, используя группы операций можно сформировать технологический процесс с древовидной структурой. Назначение и поведение группы операций схожи с каталогом (папкой) в файловой системе компьютера.

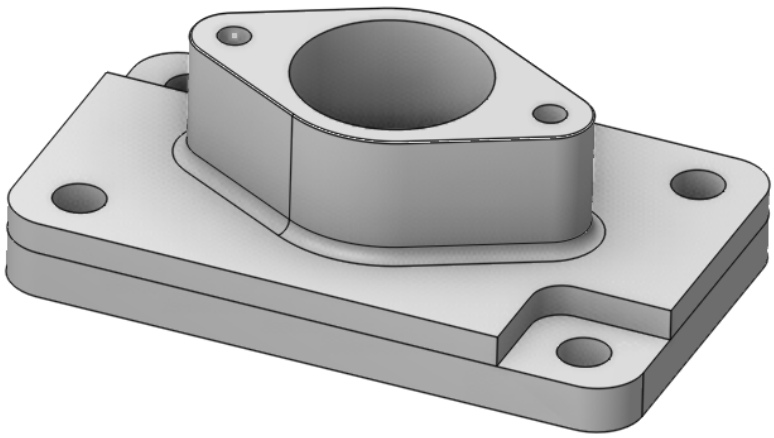
При изменении параметров группы происходит изменение схожих параметров во всех входящих в нее операциях (при условии, если операция в группе содержит такие параметры).

Операцию целесообразно применять при обработке деталей несколькими операциями имеющими схожие параметры. В этом случае можно значительно сократить время настройки операций (нет необходимости задавать дублирующиеся параметры).

Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

5.6.2 Деталь



5.6.2.1 **Application area:**

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Деталь всегда формируется из поверхностей. Они могут быть либо указаны явно, либо сформированы по законам из кривых. В частности, возможно задать поверхность вращения по образующей кривой или призму по кривой описывающей основание.

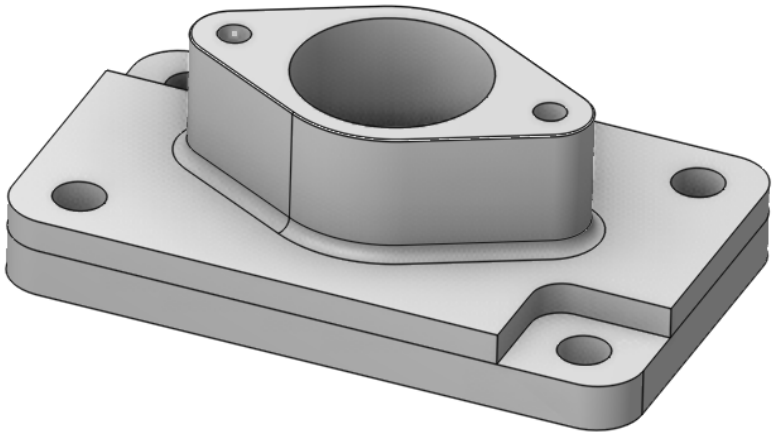
Как правило, деталь задается в корневом узле техпроцесса, а все операции используют ее с помощью ссылки типа <Деталь предыдущей операции>. В некоторых случаях такой механизм может быть изменен, путем указания обрабатываемой детали непосредственно в параметрах операции.

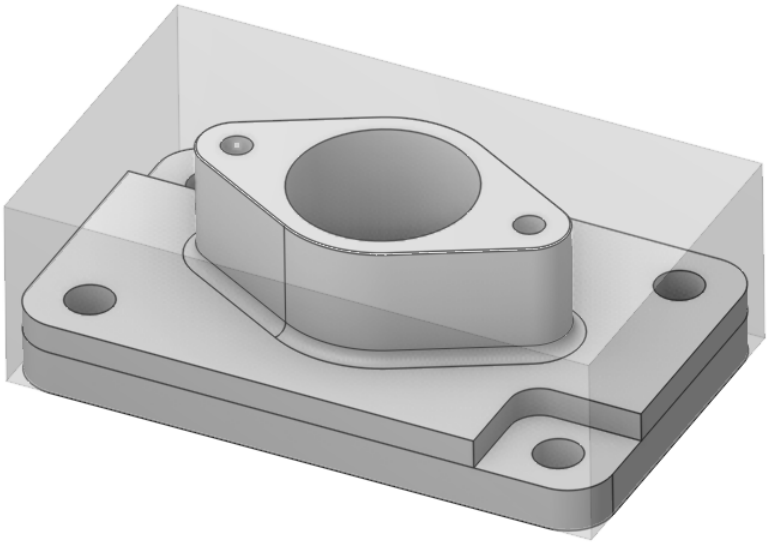
Поверхности детали контролируются в процессе расчета траектории перемещения инструмента. А те поверхности, которые должны быть обработаны, указываются в рабочем задании(see page 499).

> **Здесь указаны методы определения детали.** Узнать больше(see page 429)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.6.3 Заготовка





5.6.3.1 **Область применения:**

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал. То есть, задает форму, из которой путем обработки будет получена требуемая деталь.

В черновых операциях производится выборка всего доступного материала заготовки, лежащего вне обрабатываемой модели. В чистовых операциях обрабатываются только участки поверхности детали, лежащие внутри заготовки. Выборки же всего материала в чистовых операциях не производится.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Первоначальная форма заготовки задается в корневом узле дерева техпроцесса(see page 429). Она может быть сформирована как сумма следующих геометрических элементов:

- прямоугольный параллелепипед, описывающий модель детали;
- прямоугольный параллелепипед вокруг рабочего задания (только для 25D операций);
- прямоугольный параллелепипед вокруг геометрической модели;
- прямоугольный параллелепипед по средней точке и габаритам, по угловой точке и габаритам, по двум точкам);
- цилиндр, описывающий модель детали;
- цилиндр вокруг рабочего задания (только для 25D операций);
- цилиндр вокруг геометрической модели;
- цилиндр по центральной точке, радиусу и высотам;
- призма, заданная кривыми основания;
- тело вращения, заданное образующими кривыми;
- твердое тело, построенное во внешней CAD-системе. Все поверхности, лежащие в папке заготовки обязательно должны ограничивать замкнутый объем пространства;
- поверхностная модель, построенная во внешней CAD-системе, может быть преобразована в тело путем замыкания на горизонтальную плоскость;

Для элементов <Цилиндр вокруг детали>, <Цилиндр вокруг геометрической модели> радиус цилиндра рассчитывается не по боксу модели, а напрямую по ее поверхностям.

Для всех цилиндров была добавлена возможность располагаться вдоль любой из главных осей, быть описанным вокруг бруска, вписанным в брусок, с осью проходящей в центре бруска или в начале координат.

Также был добавлен <Элемент по умолчанию>, устанавливающий тип заготовки или детали, который будет активным, если в соответствующий список детали и заготовки ничего не добавлено.

При переходе от операции к операции заготовка меняет свою форму, учитывая материал, удаленный предыдущими операциями. Промежуточное состояние заготовки передается в операцию с помощью элемента <Результат предыдущей операции>. Таким образом, реализуется возможность <Доработки остаточного материала>. Если необходимо проигнорировать траекторию предыдущей операции, то добавляют элемент <Заготовка предыдущей операции>.

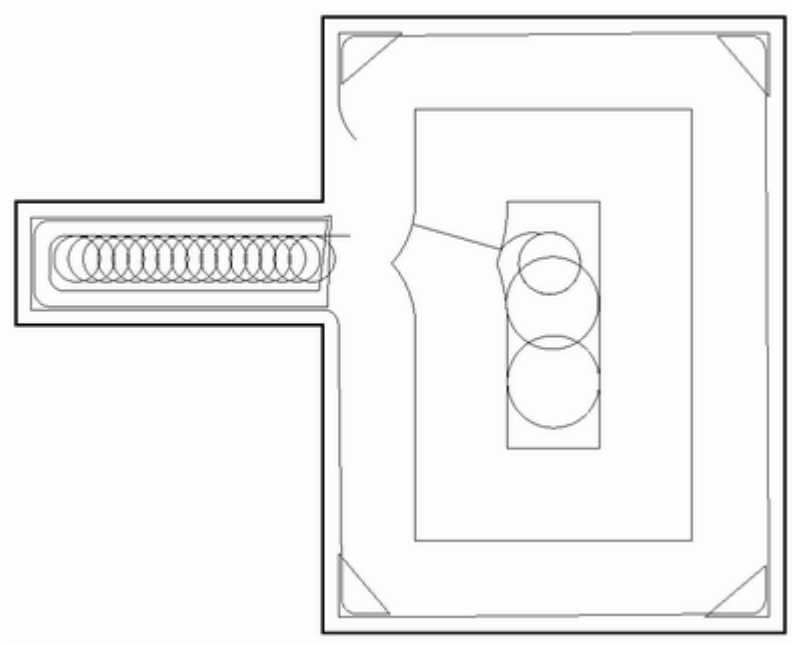
Здесь указаны методы определения заготовки. Узнать больше(see page 429)

5.6.4 Доработка остаточного материала

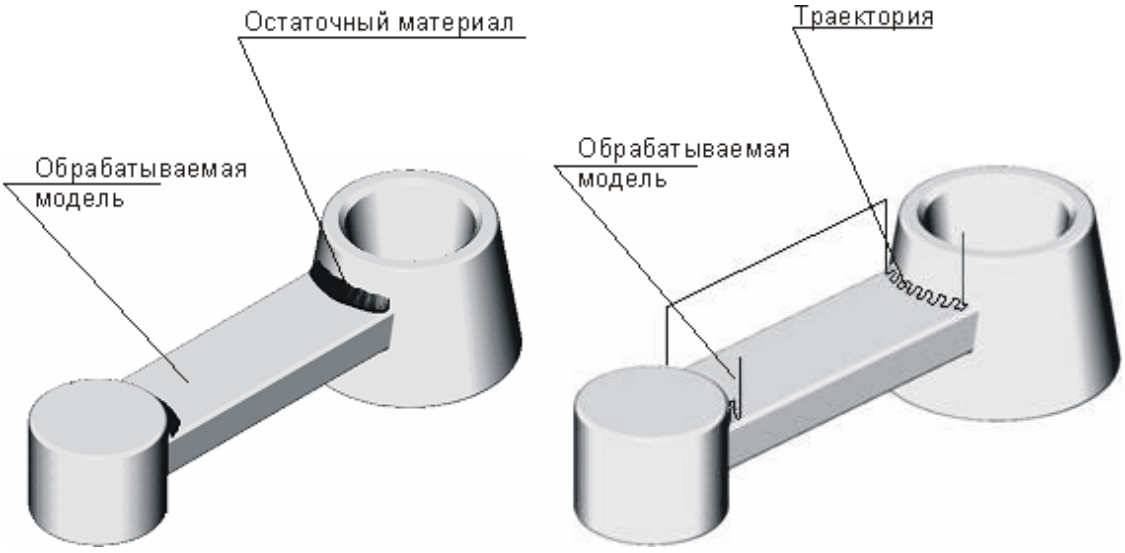
Для доработки остаточного материала в качестве заготовки операции должен быть указан элемент «результат предыдущей операции». Все черновые операции используют указанную заготовку для формирования траектории удаляющей весь остаточный материал. Чистовые операции по умолчанию игнорируют состояние заготовки и обрабатывают все указанные поверхности, вне зависимости от остаточного припуска. Для того чтобы не обрабатывать уже обработанные поверхности необходимо установить галочку <Учитывать заготовку(see page 733)><Учитывать заготовку>

и задать величину игнорируемого припуска в окне стратегии.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Рекомендуется задавать значение припуска, по крайней мере, не меньшее, чем высота получаемого при обработке гребешка. Также следует учитывать, что если запускается доработка с нулевым припуском и величиной игнорируемого слоя остаточного материала меньшим, чем припуск на предыдущих операциях, то в результате доработки будет обработана вся деталь целиком. Так как слой материала, оставшийся из-за припуска предыдущих операций, превышает заданный максимальный размер игнорируемых недоработок.



5.6.5 Результат обработки

<Результат обработки> – материал, оставшийся после обработки начальной <Заготовки(see page 732)> операции. Узел добавлен для возможности визуального контроля остаточного материала и для прозрачности ссылки в <Заготовке> последующей операции на <Результат обработки> предыдущей. Узел рассчитывается автоматически и его параметры не редактируются. Если траектория операции не посчитана, то в качестве <Результата обработки> выдаётся неизменённая модель начальной <Заготовки> операции.

Сопутствующие ссылки::

Задание детали, заготовки и оснастки(see page 429)

5.6.6 Точки засверливания

В черновой послойной операции(see page 876) и операции выборки области(see page 852) если невозможно подойти снаружи к обрабатываемому участку, то при соответствующих параметрах подход осуществляется через точку засверливания. Все точки засверливания технологического процесса регистрируются в едином списке(see page 1139). В этом списке содержится информация координатах точки, глубине отверстия и диаметре инструмента. Технолог может заносить в список точки и удалять их.

При выборке изолированной области (например, впадина, к которой на текущем уровне нельзя подойти снаружи) система сначала пытается подобрать подходящую по координатам, глубине и диаметру точку захода из списка. Если в списке нет подходящей точки, то автоматически рассчитываются все необходимые параметры, и новая точка заносится в тот же список.

Примечание: Если в операции в изолированные области необходимо опускаться в строго определенных точках, то следует внести все параметры этих точек в список, а затем рассчитать операцию.

Точки из единого списка могут быть указаны в качестве параметров для операции обработки отверстия.

Если в единый список точек засверливания добавлены точки, лежащие за пределами заготовки, то в черновой послойной операции и операции выборки области они будут восприниматься как рекомендуемые точки опускания инструмента вне заготовки. Если к выбираемому участку можно подойти снаружи, то сначала ищется точка опускания из единого списка (координаты, глубина, на которую можно опускаться, максимальное расстояние до выбираемой области, соответствующее диаметру). Если таких точек окажется несколько, то выбирается ближайшая. В случае если точек не найдено, тогда опускание производится в произвольной точке.

Сопутствующие ссылки:

Операция обработки отверстий(see page 791)

Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

5.6.7 Инструмент

Расчет траектории производится на настроечную точку инструмента. Параметры инструментов устанавливаются в окне параметров операции на странице <Инструмент(see page 1632)> <Инструмент> или в окне инспектора свойств операций.

Сопутствующие ссылки:

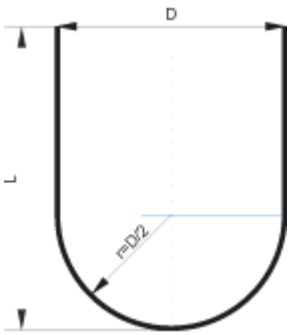
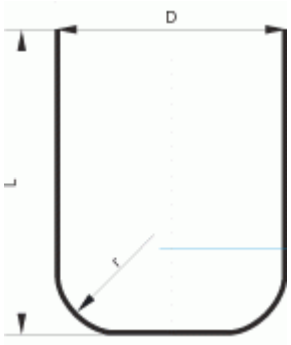
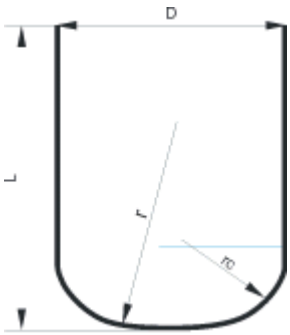
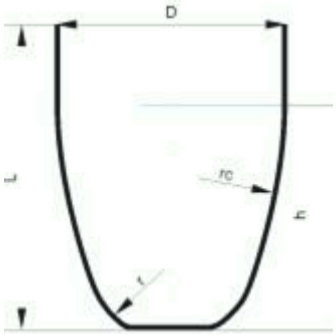
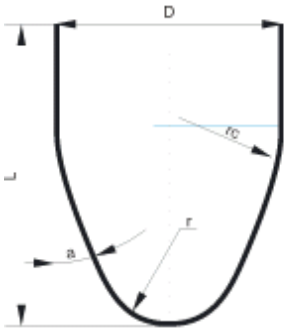
Фрезерный инструмент(see page 736)
Токарный инструмент(see page 738)

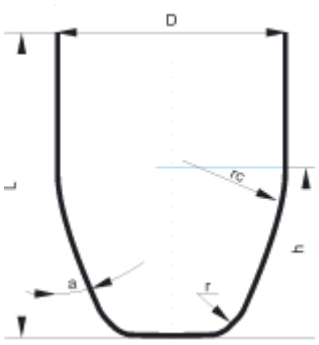
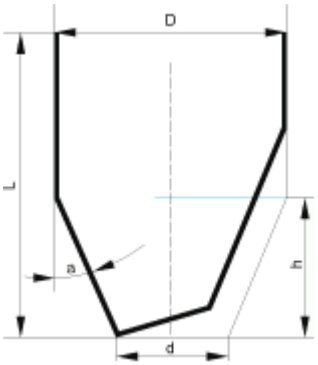
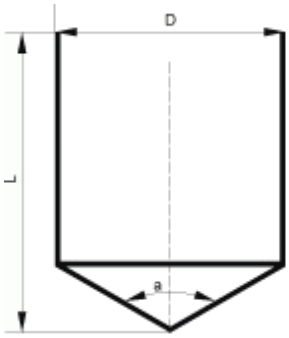
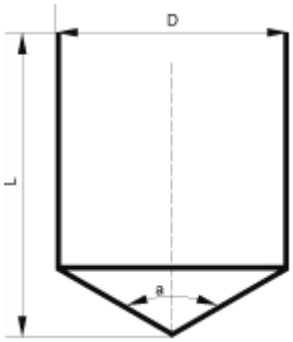
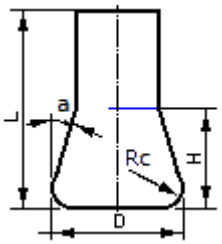
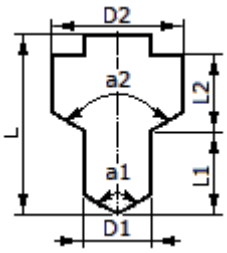
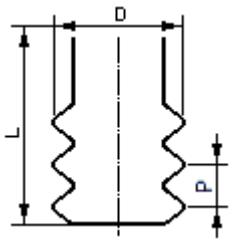
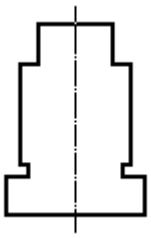
Вылет инструмента(see page 739)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.6.7.1 Фрезерный инструмент

Расчет траектории обработки во фрезерных операциях производится для концевых фрез различных типов. Типы фрез различаются формой фасонной части и параметрами для ее описания. Поддерживаемые типы фрез с перечнем их геометрических параметров перечислены в таблице:

Цилиндрическая фреза: длина, диаметр;	**Сферическая фреза:** длина, диаметр;	**Тороидальная фреза**: длина, диаметр, радиус скругления;
		
Двухрадиусная фреза: длина, диаметр, радиус скругления у цилиндрической части, радиус скругления вершины;	**Двухрадиусная ограниченная фреза**: длина, диаметр, радиус скругления у цилиндрической части, радиус скругления у вершины, высота;	**Коническая фреза**: длина, диаметр, радиус скругления у цилиндрической части, радиус скругления вершины, угол;
		

Коническая ограниченная фреза: длина, диаметр, радиус скругления у цилиндрической части, радиус скругления у вершины, угол, высота;	**Гравер**: длина, диаметр, угол, высота, диаметр вершины;	**Сверло**: длина, диаметр, угол заточки;
		
Центровка:	**Т-образный инструмент:**	**Двухступенчатое сверло:**
		
Резьбовая фреза:	**Произвольная фасонная фреза:**	
		

Кроме параметров, описывающих форму фрезы, для инструмента устанавливаются:

- единицы задания линейных размеров (миллиметры или дюймы);
- направление вращения (правое или левое);
- количество зубьев;

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- материал;
- стойкость (в часах).

Управляющая программа(see page 419) может рассчитываться для конечной и центральной настроечной точки инструмента. Под конечной настроечной точкой подразумевается точка на оси вращения инструмента с координатой Z равной самой нижней режущей точке инструмента. Центральная настроечная точка – точка на оси инструмента с координатой Z равной уровню верхней границы фасонной части инструмента (или уровню нижней границы цилиндрической части).

Сопутствующие ссылки:

Инструмент(see page 735)

5.6.7.2 Токарный инструмент

Весь список инструментов(see page 1636), используемых для токарной обработки, можно разделить на 2 категории: резцы и осевой инструмент. Каждую категорию можно разделить на группы в зависимости от операции.

Группы токарных резцов:

- Группа расточных инструментов
- Группа проходных инструментов
- Группа внешних резьбонарезных инструментов
- Группа внутренних резьбонарезных инструментов
- Группа канавочных инструментов
- Группа внутренних канавочных инструментов
- Группа торцевых канавочных инструментов

Группы токарного осевого инструмента:

- Группа фрез
- Группа сверел
- Группа центровочных сверел
- Группа метчиков
- Группа расточек
- Группа центровок
- Группа зенковок

Инструмент состоит из двух частей: пластина и державка, которые должны сочетаться друг с другом. Для того, чтобы задать державку произвольной формы для выбранной группы необходимо выбрать тип <Не задан>. С такой державкой будут совместимы пластины любого типа данной группы. С пластиной произвольной формы будет совместима лишь произвольная державка.

Кроме задания геометрических параметров инструмента, возможно настроить:

- расположение шпинделя (левый, правый)
- направление вращения шпинделя (по часовой, против часовой)
- расположение настроечной точки инструмента
- ориентацию инструмента (радиальное, осевое, под углом)
- расположение суппорта (верхний, нижний)

Сопутствующие ссылки:

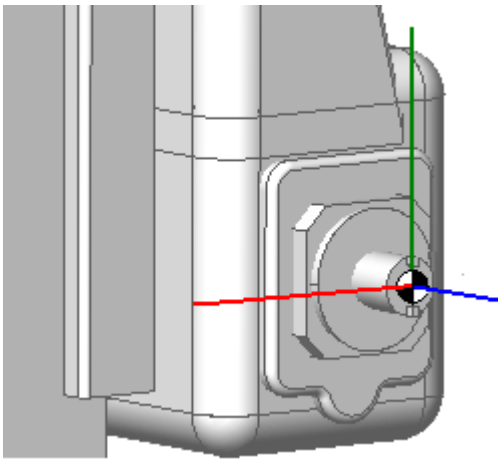
Инструмент(see page 735)

5.6.7.3 Вылет инструмента

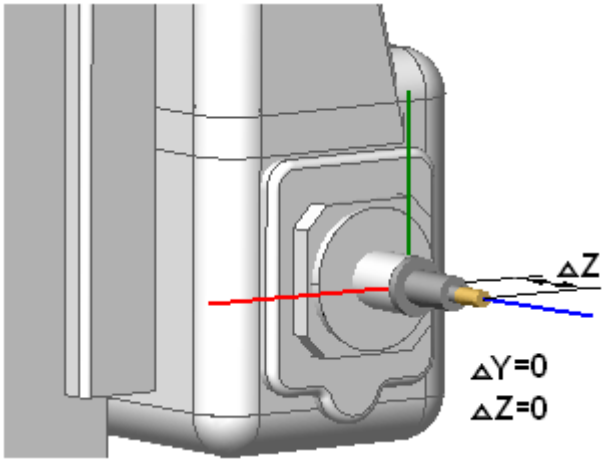
Вылет инструмента это расстояние от установочной точки инструмента до настроечной точки инструмента. Установочная точка это точка базирования инструментальной системы (инструмент + державка), в системе координат станка. Обычно эту точку устанавливают на оси крепления в плоскости опорной поверхности крепления инструментальной системы к станку.

Для фрезерных станков установочная точка чаще всего находится на оси вращения инструмента по торцу шпинделя. Ниже приведено несколько примеров определения вылета для фрезерного станка.

Установочная точка:

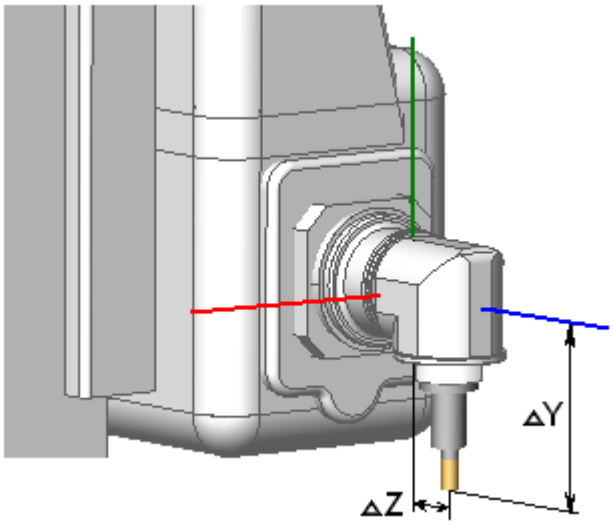


Вылет осевого инструмента:

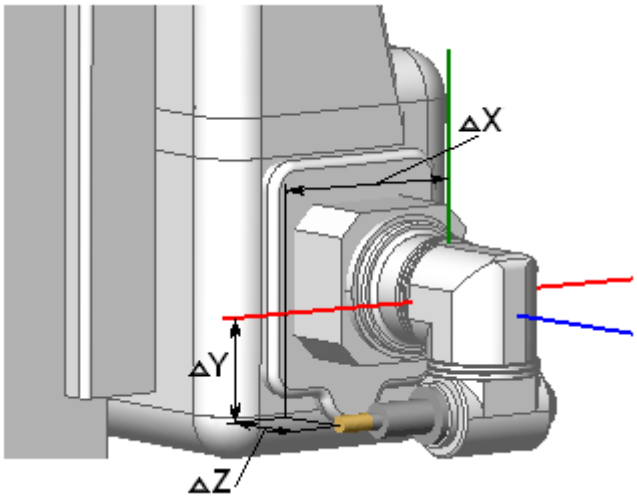


Вылет с учетом использования угловой головки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

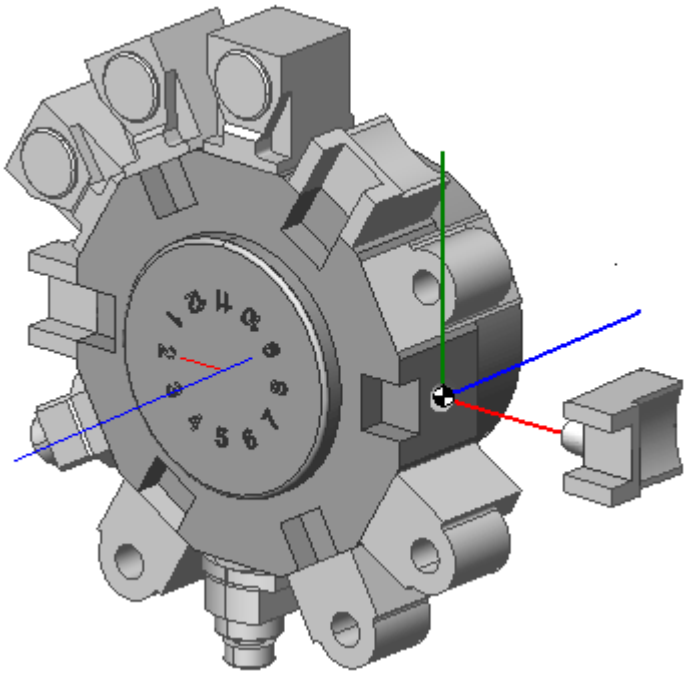


Вылет с учетом использования двух угловых головок:

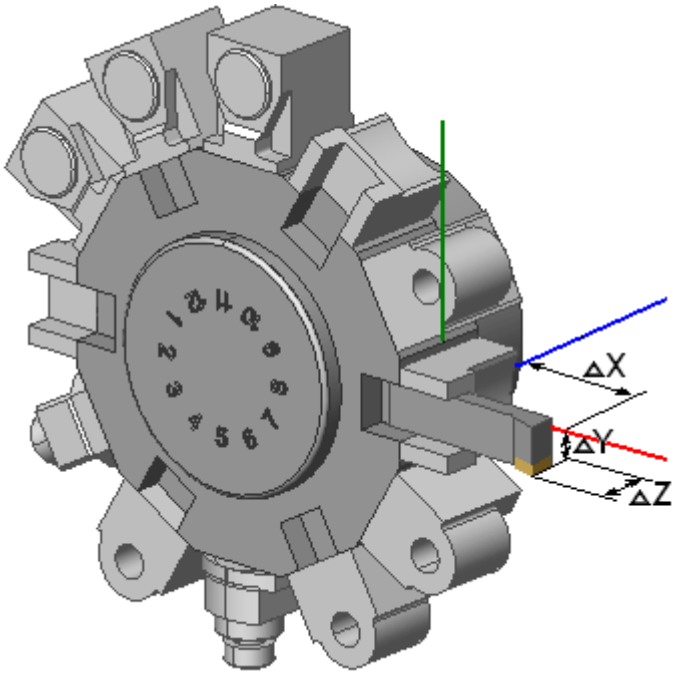


Для токарных станков установочная точка расположена по оси крепежной системы в плоскости опорной поверхности револьверной головки. Ниже приведено несколько примеров определения вылета для токарно-фрезерного станка

Расположение установочной точки на радиальной револьверной головке:

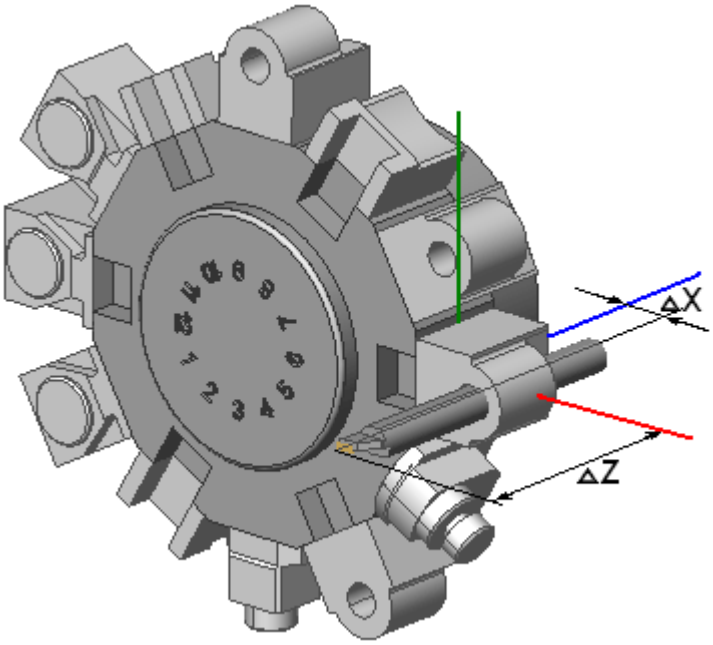


Вылет проходного резца:

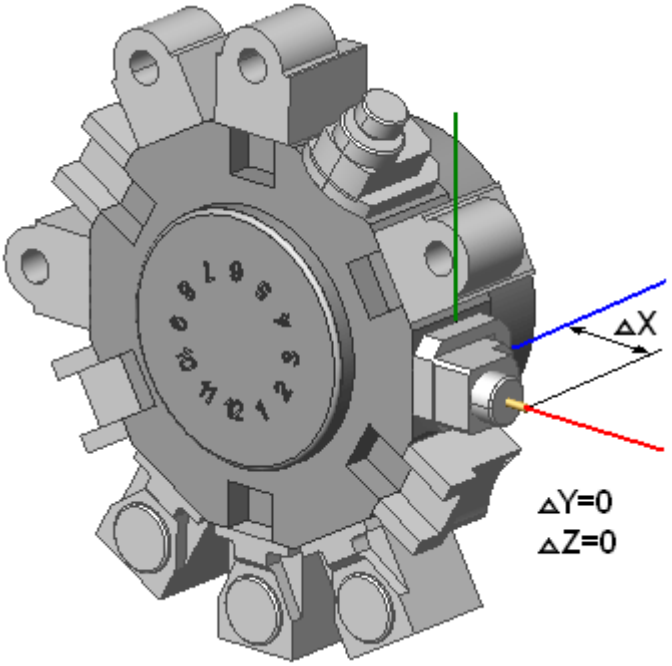


Вылет расточного резца:

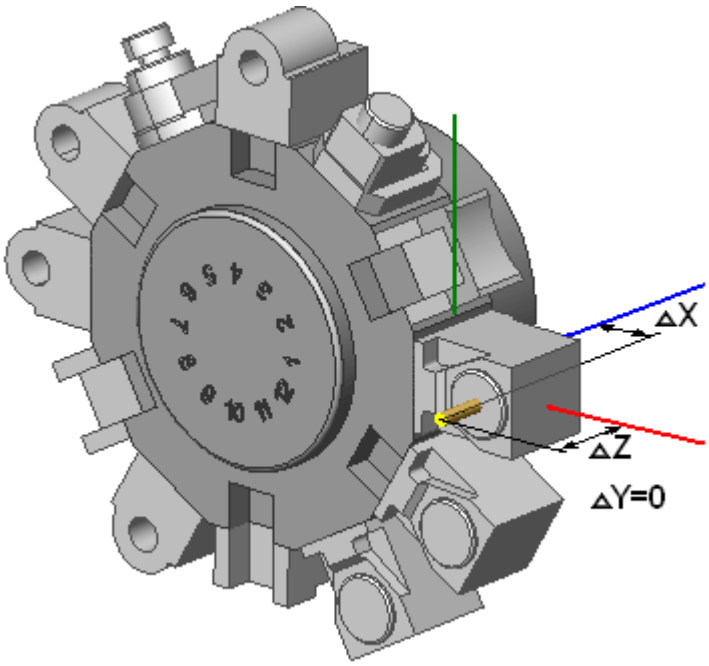
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Установочная точка для фрезы в радиальной фрезерной головке:



Установочная точка для фрезы в осевой фрезерной головке:



Сопутствующие ссылки:

Инструмент(see page 735)

5.6.8 Участки траектории инструмента

CAM система различает следующие типовые участки траектории движения инструмента, для которых задаются соответствующие значения подач:

- Подвод(see page 743)
- Подход(see page 744)
- Рабочий ход(see page 744)
- Переход(see page 744)
- Отход(see page 745)
- Отвод(see page 745)
- Для некоторых операций дополнительно определяется участки с врезанием (see page 745)врезанием инструмента.

5.6.8.1 Подвод

Под подводом понимается последовательность перемещений инструмента, обеспечивающая его перемещение к точке подхода или врезания для первого рабочего хода операции из точки смены инструмента или последней точки предыдущей операции.

Подвод обычно разделяется на два перемещения:

1. Перемещение на ускоренной подаче в безопасной плоскости (для операций 3D фрезерования) или на безопасной координате (для операций 5D фрезерования).
2. Перемещение на ускоренной подаче к точке подхода или врезания для первого рабочего хода по оси Z станка (для операций 3D фрезерования) или вдоль оси инструмента (для операций 5D фрезерования)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Сопутствующие ссылки:

Участки траектории инструмента(see page 743)

Правила подвода и отвода(see page 585)

5.6.8.2 Подход

Под подходом понимается последовательность перемещений инструмента, обеспечивающая его плавный подвод к первой точке рабочего хода. Подход всегда принадлежит воображаемой поверхности, содержащей рабочий ход. В послойных операциях подходы производятся в горизонтальных плоскостях. В построчных – в вертикальных. В управляемых – в вертикальных математических цилиндрах, заданных кривыми запроса и т.п.

Набор доступных способов подхода зависит от типа операции. Способ подхода задается в окне параметров операции на странице <Подход-Отход>.

Сопутствующие ссылки:

Участки траектории инструмента(see page 743)

5.6.8.3 Рабочий ход

Под рабочим ходом понимается элементарный участок траектории инструмента при обработке поверхности детали. Для построчных операций под рабочим ходом понимается одна строчка. Для послойных – элементарный горизонтальный участок траектории и т. п.

Сопутствующие ссылки:

Участки траектории инструмента(see page 743)

5.6.8.4 Переход

Под переходом понимается элементарный участок траектории между рабочими ходами. Для построчных операций это будет межстрочный переход. Для послойных – межслойный.

Переход(see page 753)Переход в зависимости от выбранного способа обработки может производиться либо в касании с деталью, либо через безопасную плоскость(see page 744)безопасную плоскость, либо на расстоянии необходимом для отхода(see page 745) и подхода(see page 744). В последнем случае с каждым переходом может соединяться не более чем один фрагмент подхода и отхода.

Сопутствующие ссылки:

Участки траектории инструмента(see page 743)

5.6.8.5 Отход

Под отходом понимается последовательность перемещений инструмента, обеспечивающая его плавный отвод от последней точки рабочего хода. Отход, также как и подход, всегда принадлежит воображаемой поверхности, содержащей рабочий ход. В послойных операциях отходы осуществляются в горизонтальных плоскостях. В построчных – в вертикальных. В управляемых – в вертикальных математических цилиндрах, заданных кривыми запроса, и т.п.

Набор доступных способов отхода зависит от типа операции. Способ отхода задается в окне параметров операции на странице <Подход-Отход>.

Сопутствующие ссылки:

Участки траектории инструмента(see page 743)

5.6.8.6 Отвод

Под отводом понимается последовательность перемещений инструмента, обеспечивающая его перемещение от точки отхода для последнего рабочего хода операции к точке смены инструмента через безопасную плоскость.

Отвод обычно разделяется на два перемещения:

1. Перемещение на ускоренной подаче из точки отхода для последнего рабочего хода по оси Z станка на безопасную плоскость (для операций 3D фрезерования) или вдоль оси инструмента к безопасной координате (для операций 5D фрезерования).
2. Перемещение на ускоренной подаче к точке смены инструмента.

Сопутствующие ссылки:

Участки траектории инструмента(see page 743)

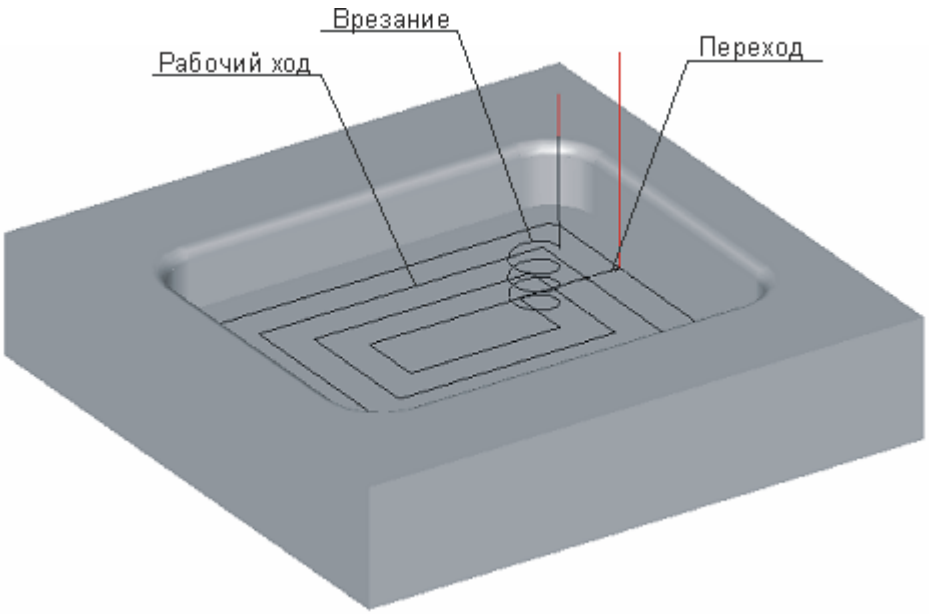
Правила подвода и отвода(see page 585)

5.6.8.7 Врезание

Под врезанием обычно понимается последовательность перемещений инструмента в теле заготовки, обеспечивающая его опускание с одного уровня обработки на другой. Врезание заданного типа производится в послойной черновой операции и в выборке области к участку обработки, к которому невозможно подойти снаружи от заготовки.

Тип врезания(see page 659) может задаваться для операций с послойной выборкой (послойная черновая и выборка области). В остальных операциях врезание особыми способами не производится. Способ врезания задается в окне параметров операции на странице <Подход-Отход>.

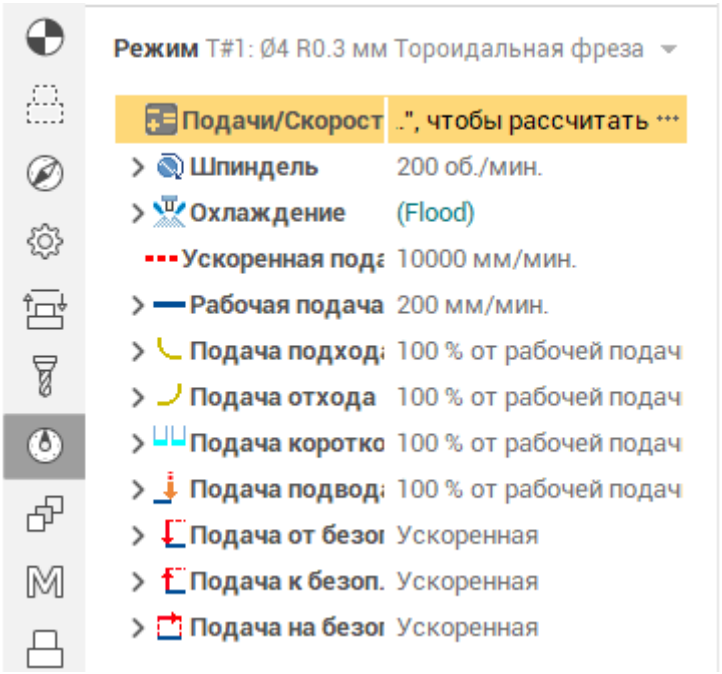
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

Участки траектории инструмента(see page 743)

5.6.9 Типы подач



В технологических операциях устанавливаются значения подач(see page 1140) для каждого типа хода инструмента. Количество и набор задаваемых подач зависит от типа операции(see page 711), так как устанавливаются подачи лишь для тех типов ходов, которые могут присутствовать в траектории инструмента этой операции. Имеется возможность задавать следующие типы подач:

- <Ускоренная подача> – подача, на которой производятся все ускоренные перемещения инструмента (позиционирование). Значение используется для вычисления времени обработки на станке, а также при формировании УП для стоек ЧПУ, у которых необходимо задавать величину ускоренной подачи. При формировании УП для стоек, у которых скорость позиционирования зависит только от скорости приводов станка, значение ускоренной подачи игнорируется.
- <Рабочая подача> – подача, на которой производятся основные рабочие ходы операции. В черновых операциях производится выборка материала. В чистовых – обработка поверхности детали.
- <Подача подхода> – подача, на которой осуществляется подход к началу рабочего хода.
- <Подача отхода> – подача, на которой осуществляется отход после выполнения рабочего хода.
- <Подача врезания к следующему слою> – на этой подаче осуществляется врезание к более низкому слою выборки в черновой послойной операции и операции выборки области.
- <Подача перехода к следующей строчке> – подача, на которой производится переход вдоль обрабатываемой поверхности к следующему рабочему ходу.
- <Подача возврата по обработанному> – подача, на которой осуществляется возврат к предыдущему рабочему ходу, по траектории ранее выполненного перехода.
- <Подача чистового прохода> – подача, на которой производятся рабочие ходы вдоль поверхности детали в черновых операциях. Целесообразно использовать при необходимости получения поверхности высокого качества после черновой операции.
- <Подача первого прохода> – подача первой от поверхности заготовки строчки выборки в черновых операциях. Рекомендуется задавать, например, при различной обрабатываемости поверхности и сердцевины заготовки.
- <**Подача перехода по безопасной поверхности**> – подача, на которой осуществляется переход по безопасной поверхности;
- <**Подача подвода с поверхности безопасности**> – подача, на которой осуществляется подвод с поверхности безопасности.
- <**Подача выхода на безопасную поверхность**> – подача, на которой осуществляется выход на безопасную поверхность.
- <**Подача длинного перехода**> – подача, на которой осуществляется длинный переход к следующему проходу;

Значение подачи может быть либо постоянным, либо вычисляемым, в зависимости от угла наклона каждого элементарного участка траектории. При задании вычисляемой подачи определяющими являются значение подачи и коэффициенты при движении вниз, по горизонтали, вверх. Реальное значение подачи при движении вниз, по горизонтали или вверх будет равным произведению соответствующего поправочного коэффициента на значение подачи. При промежуточных значениях угла наклона элементарного участка траектории реальное значение подачи будет вычисляться пропорционально заданным граничным значениям. Например, при значениях подачи вверх равном 300, по горизонтали – 200, вниз – 100, реальное значение подачи на участке с движением фрезы вверх под углом 45° будет равно 250. Использование вычисляемой подачи позволяет сократить время обработки за счет более гибкого управления режимами резания.

Если в используемой конфигурации CAM системы присутствует модуль расчета режимов резания, то значение подачи может быть вычислено автоматически, исходя из материала заготовки, инструмента и параметров операции. При использовании вычисляемой подачи реальные значения подачи при движении вверх, по горизонтали и вниз вычисляются путем умножения полученного значения подачи на соответствующие коэффициенты.

Ускоренная подача может быть задана только постоянным значением. Рабочая подача может быть постоянной или переменной; ее реальное значение может быть задано вручную либо вычислено автоматически модулем расчета режимов резания. Все остальные подачи задаются либо аналогичным способом, либо в процентах от рабочей подачи. При задании в процентах от рабочей подачи тип подачи будет установлен такой

© 2025 ООО СПРУТ Технология

же, как и у рабочей. Числовые значения будут составлять указанное количество процентов от соответствующих значений рабочей подачи. Например, при установке подачи подхода равной 50 % от рабочей, подход будет производиться при значениях подач в два раза меньших, чем на основных рабочих ходах.

5.6.10 Точность

Точность обработки задается в системе максимальными отклонениями аппроксимированной траектории инструмента от идеальной.

Отклонение от детали определяет максимально допустимое отклонение инструмента от поверхности обрабатываемой детали (в сторону инструмента).

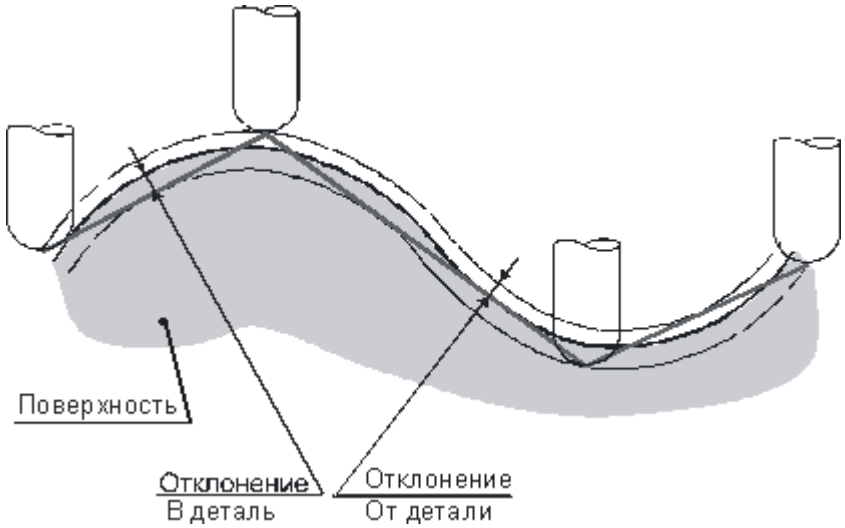
Отклонение в деталь, определяет максимально допустимое врезание инструмента внутрь обрабатываемой детали (от инструмента).

Для отклонения от детали положительным считается направление от поверхности детали (в сторону инструмента), а для отклонения в деталь – внутрь детали (от инструмента). Таким образом, точность обработки равна сумме отклонений от детали и в деталь. Следует учесть, что повышение точности (уменьшение суммы отклонений) ведет к повышению длительности расчетов и увеличению размера управляющей программы. Сумма отклонений обязательно должна быть больше нуля, так как иначе невозможно построение аппроксимированной траектории.

В большинстве случаев удобнее задавать отклонение в деталь равным нулю, а от детали – равным требуемой точности обработки. При таких параметрах минимальная толщина слоя остаточного материала будет равна установленному припуску. Если же отклонение в деталь не равно нулю, то минимальная толщина слоя остаточного материала будет меньше заданного припуска на величину отклонения в деталь.

Примечание: Рекомендуется вводить неотрицательные значения отклонений, а слой снимаемого/оставляемого материала устанавливать при помощи припуска(see page 749)припуска

Максимальные отклонения задаются в окнеустановки параметров(see page 1154)установки параметров.



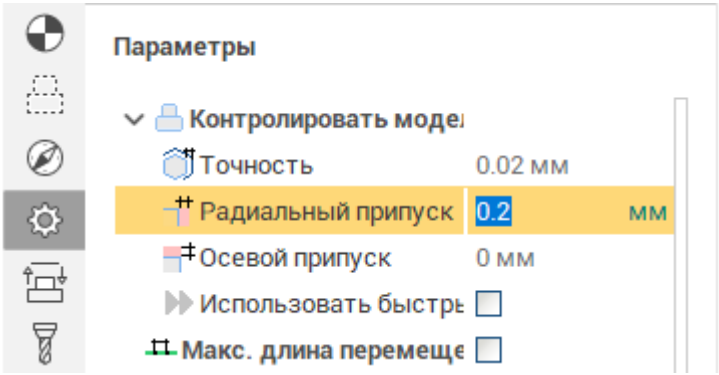
5.6.11 Припуск

<Припуск> – слой материала от поверхности детали, который необходимо оставить после операции для дальнейшей доработки.

Положительный припуск задает толщину слоя оставляемого материала. Отрицательный – дополнительно снимаемого.

В действительности, минимальная толщина остаточного материала строго равна припуску только при нулевом значении отклонения в деталь(see page 748). В остальных же случаях минимальная толщина слоя меньше заданного припуска на величину отклонения в деталь.

Припуск устанавливается в окне установки параметров(see page 1154).



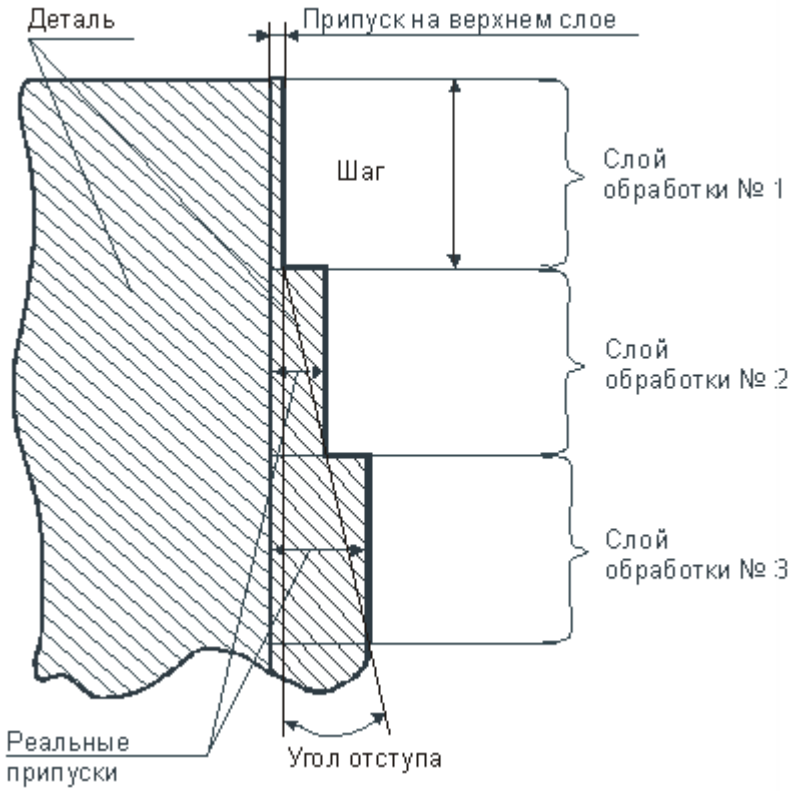
5.6.12 Угол отступа

При обработке высоких вертикальных стенок иногда возникает необходимость исключить контакт инструмента с уже обработанной частью. Для этого в операциях, которые производят выборку по слоям, имеется возможность задания угла отступа. При обработке вертикальной (или близкой к вертикальной) поверхности реальный припуск будет увеличиваться на каждом последующем слое обработки так, как показано на рисунке. Угол отступа учитывается на всех стенках, близких к вертикальным, то есть не только вблизи обрабатываемой модели, но и вблизи ограничивающей.

Значение бокового угла не может быть отрицательным, а также большим или равным 90°. Установка слишком большого угла отступа приводит к тому, что на нижних слоях остается большой слой недоработанного материала.

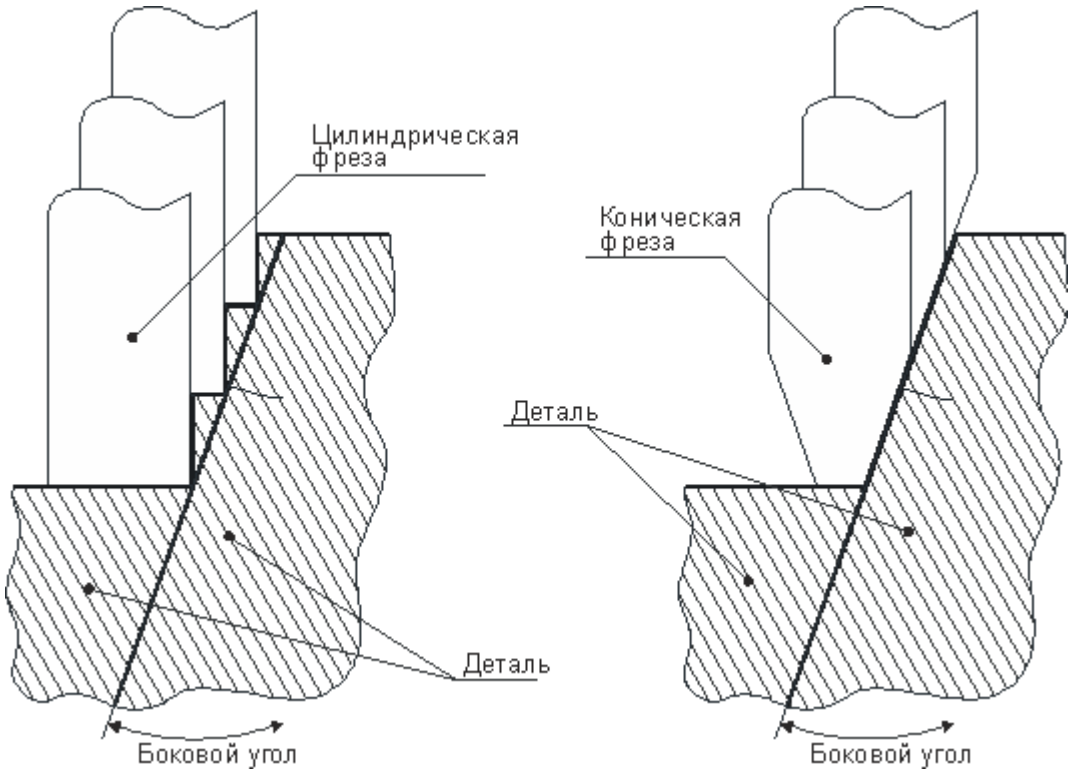
Значение угла отступа задается в окне установки параметров(see page 1154).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.6.13 Боковой угол

Боковой угол определяет наклон боковой поверхности обрабатываемой модели(see page 544) в гравировальной операции(see page 848) и операции выборки области(see page 852). Обычно при чистовой обработке для формирования боковой поверхности выбирается коническая фреза или гравер с углом конической части равным боковому углу модели.



Если боковой угол равен нулю, то обрабатываемая модель будет представлять собой призму с основанием заданным областью на верхнем уровне обработки. Если он отличен от нуля, то к области на верхнем уровне пристыковывается линейчатая боковая поверхность с углом между образующей и вертикалью равным боковому углу.

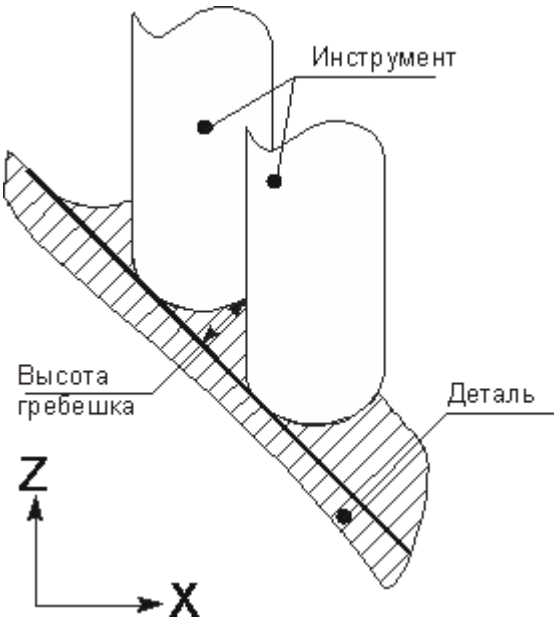
Величина бокового угла должна быть больше или равна нулю и меньше 90°.

Боковой угол устанавливается в окне установки параметров(see page 1154).

5.6.14 Выбор шага по высоте гребешка

При обработке поверхностей, радиус кривизны которых не совпадает с радиусом кривизны инструмента, между соседними проходами образуется гребешок остаточного материала. Его высота зависит от формы поверхности обрабатываемой детали, типа и размеров инструмента, а также расстояния между соседними проходами фрезы.

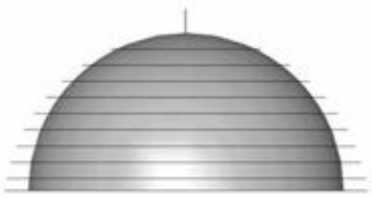
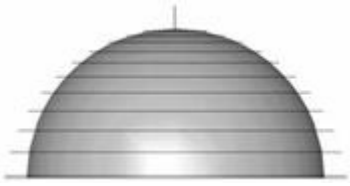
© 2025 ООО СПРУТ Технология

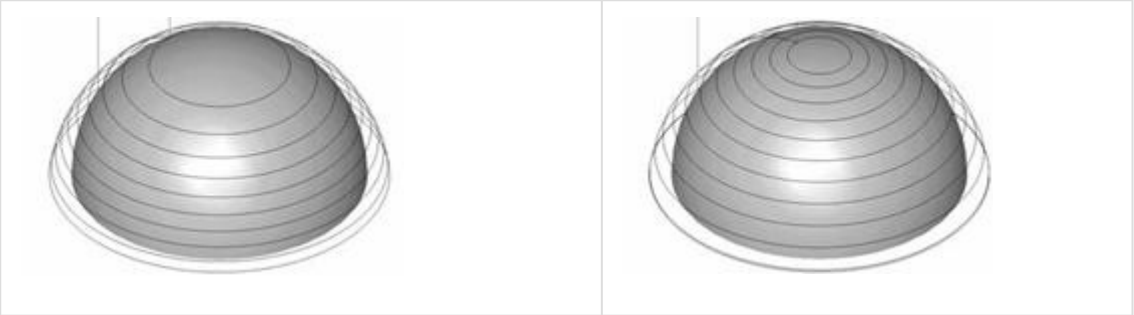


В операциях можно задавать шаг(see page 751) по максимальной высоте гребешка. При этом расстояние между соседними ходами инструмента будет автоматически выбираться таким образом, чтобы высота гребешка не превышала заданной.

Величина шага вычисляется на каждом рабочем ходе одного запроса, исходя из условия обеспечения необходимой величины гребешка в наихудшем случае. Таким образом, наличие даже небольшого участка, требующего уменьшения величины шага, приведет к генерации нового запроса на небольшом расстоянии.

Величина шага в вертикальном направлении будет уменьшаться на поверхностях, близких к горизонтальным, и увеличиваться на почти вертикальных. А на вертикальных поверхностях величина шага стремится к бесконечности. Для того чтобы избежать слишком больших шагов, при задании шага в вертикальном направлении по высоте гребешка необходимо задать максимальную величину шага. Если вычисленная величина будет превышать максимальную, то будет выбрано максимально допустимое значение шага.

Обработка с постоянным шагом	Шаг выбирается по высоте гребешка
	



Величина шага в горизонтальном направлении увеличивается на пологих поверхностях и уменьшается на крутых. Чтобы избежать слишком частых запросов на участках близких к вертикальным, необходимо задать минимальную величину шага. Если вычисленный шаг меньше минимального, то выбирается минимально допустимый.

Максимальная высота гребешка может задаваться только положительным значением. Не целесообразно выбирать высоту гребешка меньше точности обработки(see page 748).

Величина гребешка при шаге в вертикальном направлении задается в окне установки параметров(see page 1154), а в горизонтальном – в окне стратегии(see page 751).

5.6.15 Способ перехода

<Переход инструмента(see page 744)> это перемещение инструмента между обрабатываемыми контурами. Не следует путать с технологическим термином <Переход>.

Если деталь обрабатывается одним инструментом, а траектория обработки представляет собой перемещение инструмента вдоль нескольких контуров, тогда возникает необходимость формирования технологических условий перехода от контура к контуру.

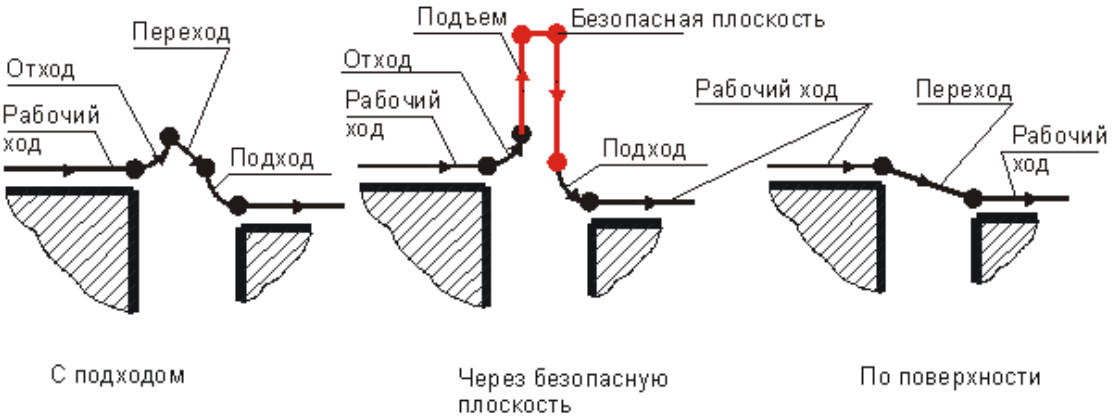
В операциях объемной обработки переходы с одного рабочего хода на другой осуществляются следующими способами:

- <Переход по поверхности>. Переход инструмента осуществляется без отрыва от обрабатываемой модели. При небольшом расстоянии между точками конца и начала соседних рабочих ходов для выполнения перехода такого типа требуется наименьшее время.
- <Переход с отходом-подходом>. В конечной точке рабочего хода осуществляется отход согласно заданному способу, потом переход на рабочей подаче к первой точке следующего подхода, затем подход к согласно заданному способу к первой точке следующего рабочего хода. Такой переход занимает больше времени, но переход осуществляется без касания обрабатываемой поверхности.
- <Переход через безопасную плоскость(see page 753)>. В конечной точке рабочего хода осуществляется отход согласно заданному способу. Затем подъем на ускоренной подаче до безопасной плоскости. Переход на ускоренной подаче в безопасной плоскости. Затем опускание инструмента и подход согласно заданному способу подхода.

Так как способы перехода по поверхности и с отходом-подходом являются оптимальными лишь при небольшой длине перехода, то при необходимости осуществления перехода большой протяженности, независимо от установленного типа перехода, автоматически генерируется переход через безопасную плоскость.

Способ перехода задается в окне параметров операции на странице <Стратегия(see page 753)>.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



В операциях обработки кривой CAM система предоставляет пользователю следующие способы формирования переходов:

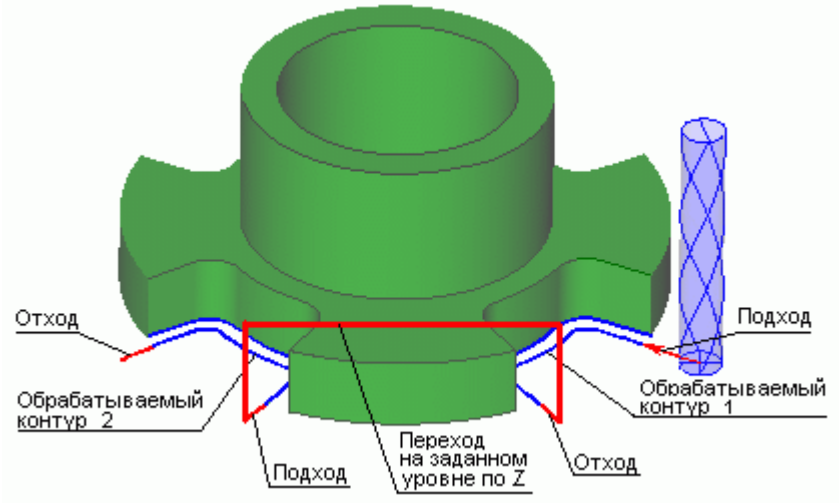
- <По безопасной плоскости(see page 753)>;
- <Вокруг заготовки и на заданной высоте Z>;
- <На высоте Z>;
- <Вокруг заготовки>.

По безопасной плоскости

Этот способ наиболее часто применяем, но он не оптимален с точки зрения трудоемкости обработки. Уровень безопасной плоскости задается в окне параметров операции на странице <Параметры(see page 1154)>. Переход осуществляется, как правило, на ускоренном перемещении (G0).

Переход инструмента вокруг заготовки и на заданной высоте Z

Если в окне параметров операции на странице <Стратегия обработки> не включать режим <Минимизация холостых ходов(see page 753)>, тогда порядок обработки контуров будет определяться порядком расположения контуров в списке окна <Рабочего задания>. Для определения последовательности обработки контуров с учетом оптимизации по критериям минимальной длины холостых перемещений следует в окне параметров операции на странице <Стратегия обработки> включить режим <Минимизация холостых ходов(see page 753)>.

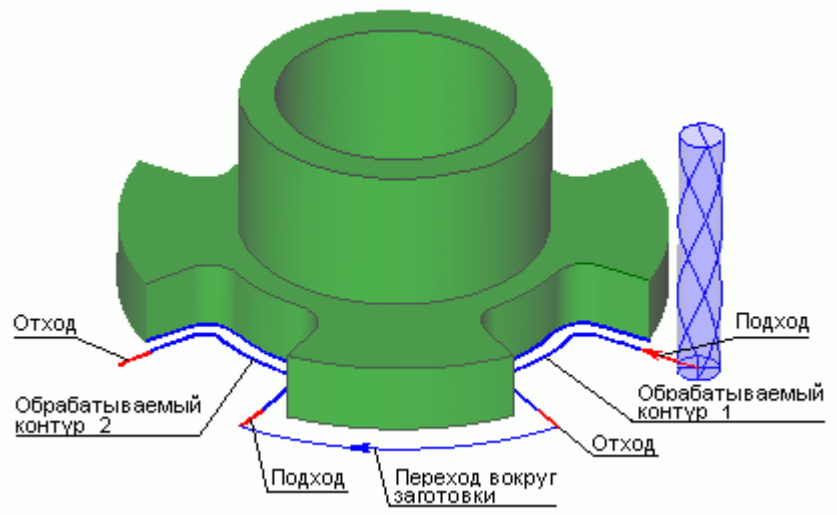


CAM система в режиме 2D обработка позволяет работать как с использованием, так и без использования заготовки. Если заготовка не используется, тогда переходы между рабочими контурами осуществляются либо по плоскости безопасности, либо на заданном уровне по Z.

Использование заготовки обеспечивает более безопасный режим работы, так как система автоматически формирует траекторию перехода с учетом контроля от столкновения инструмента с заготовкой, так же в этом случае CAM система предоставляет технологу более широкие возможности для создания оптимальной траектории обработки. <Заготовка(see page 732)> задается в окне <Модель(see page 429)>.

По кратчайшему пути вокруг заготовки.

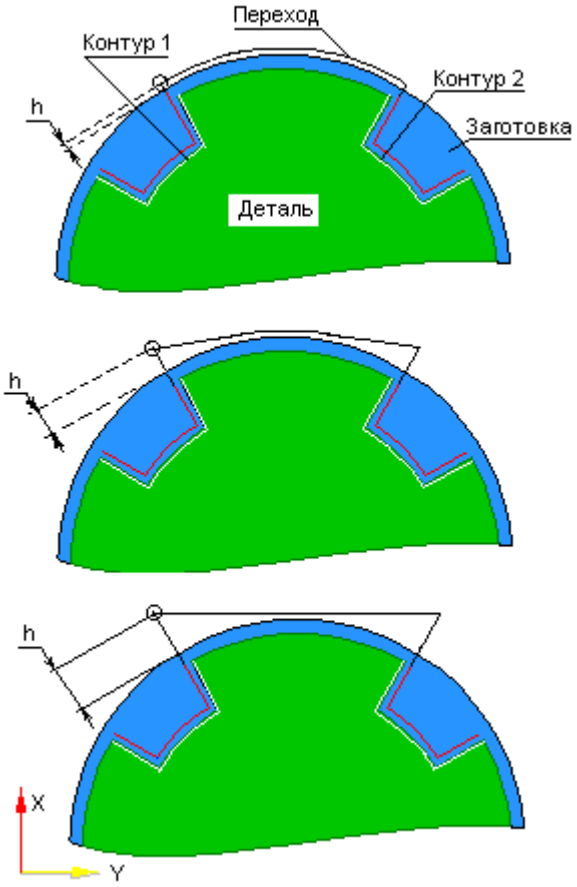
Траектория будет сформирована по кратчайшему пути вокруг профиля заготовки на уровне расположения рабочих контуров. Для задания подачи следует в окне параметров операции на странице <Подачи> выбрать режим <Подача перехода к следующей строчке> и в поле задания значения подачи установить требуемую величину. Заготовка должна быть задана в обязательном порядке.



Траектория перехода зависит от формы заготовки и формируется в виде огибающей кривой вокруг встречающихся участков заготовки. На форму кривой перехода так же влияет расстояние от заготовки до точек отхода и подхода к контурам.

Пример изменения траектории в зависимости от значения этой величины (h) приведен на рисунке. Траектория может изменять свой вид от прямой линии до кривой повторяющей форму заготовки как показано на рисунке. Вогнутые участки заготовки проходятся по кратчайшей кривой, выпуклые – по огибающей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



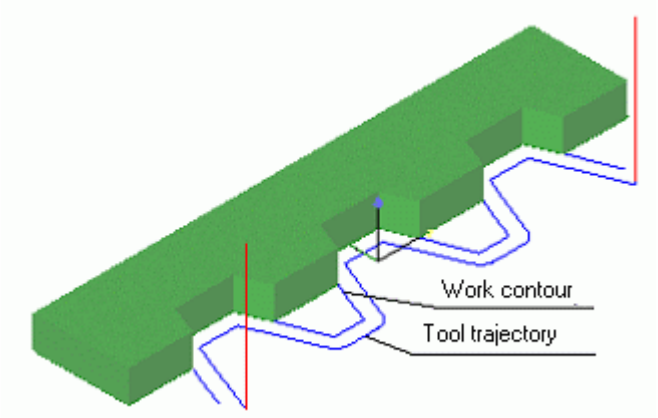
Кривая перехода строится практически в касание с боковой поверхностью фрезы профиля заготовки, поэтому на практике, при задании заготовки, в окне <Модель> необходимо установить дополнительный припуск на заготовку.

Для получения необходимого вида кривой перехода следует применять различные значения h для точек подхода и отхода, а так же изменять профиль заготовки.

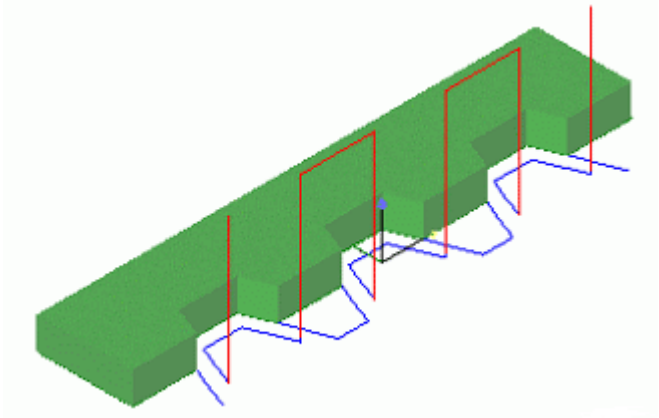
Следует особо рассмотреть случай, когда контур имеет участки, выступающие за площадь заготовки. В CAM системе существует правило – если задана заготовка, траектория обработки формируется только в пределах заготовки. Если к тому же заданы зоны обработки и запрещенные зоны, то траектория формируется в пределах площади заготовки, внутри имеющихся зон обработки и снаружи запрещенных зон (см. рисунок). Все это накладывает определенные условия на формирование траекторий переходов.



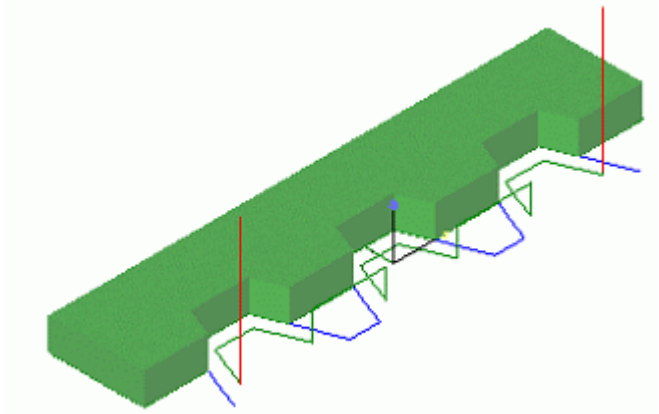
На рисунке траектория сформирована без учета заготовки. Использован участок включения и выключения коррекции по касательной. Как видно из рисунка траектория сформирована эквидистантно к рабочему контуру:



Задана заготовка (брусок). Траектория сформирована уже с учетом заготовки, т.е. в площади заготовки. За пределами заготовки обработка не производится. К каждому участку автоматически добавлены участки включения и выключения коррекции. Переход фрезы с участка на участок осуществляется по плоскости безопасности:

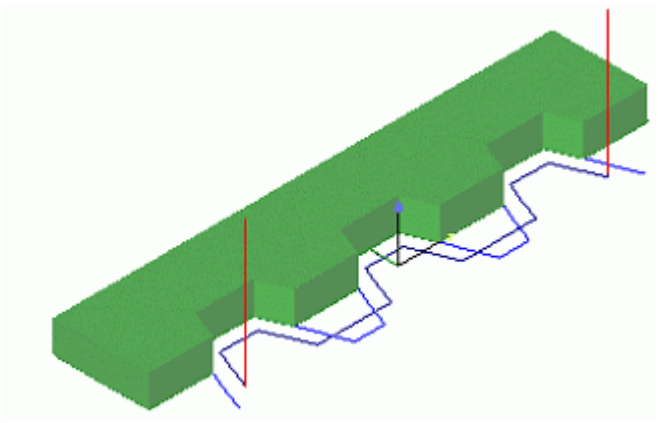


Параметры операции те же что и у предыдущей, разница в переходах. В данном случае использован переход на заданном уровне:



© 2025 ООО СПРУТ Технология

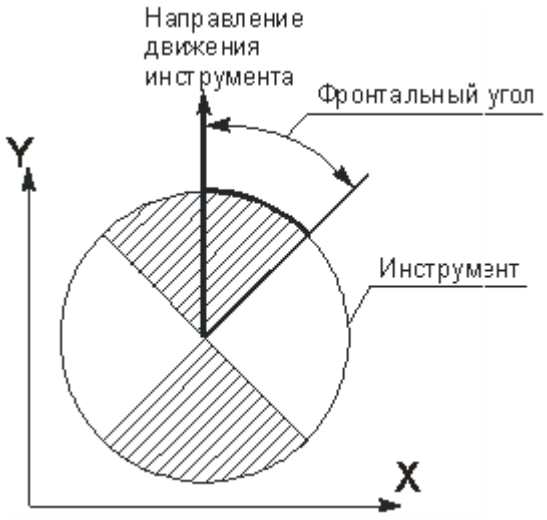
В этой операции использован переход вокруг заготовки. Следует отметить, что кадр включения и отключения коррекции автоматически пристыковывается к соответствующим участкам рабочего контура:



5.6.16 Фронтальный угол

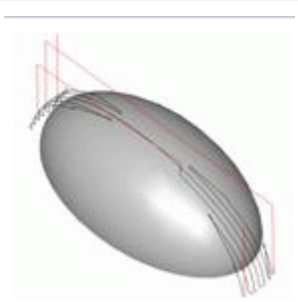
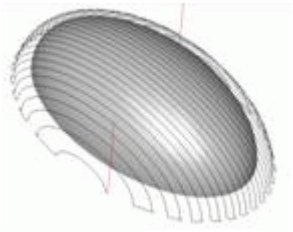
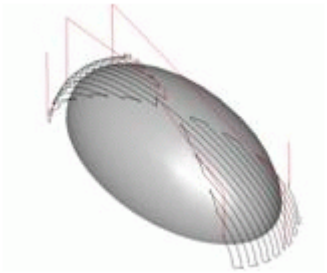
Высота гребешка между соседними рабочими ходами при построчной обработке наклонных поверхностей сильно зависит от угла между нормалью к поверхности и направлением движения инструмента. В подавляющем большинстве случаев, чем меньше угол между проекциями на горизонтальную плоскость нормали к поверхности и направления движения, тем меньше высота гребешка.

Для получения оптимальной траектории в чистовых построчных и управляемых операциях возможно введение ограничения по фронтальному углу. Фронтальный угол – это угол между проекциями на горизонтальную плоскость направления движения инструмента и нормали к поверхности в точке резания.

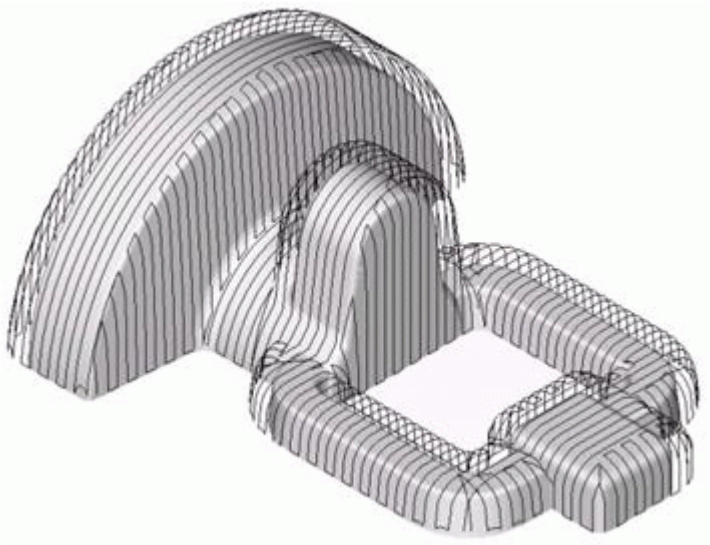


На рисунке изображена сферическая фреза – вид сверху. Участок рабочего хода будет включен в результирующую траекторию в том случае, если угол между проекциями на горизонтальную плоскость направления движения фрезы и вектора нормали к поверхности в точке контакта будет меньше заданного. Для сферического инструмента

будет также справедливо утверждение: участок строчки будет включен в результирующую траекторию, в том случае если точка касания инструмента с поверхностью будет лежать внутри заштрихованного сектора.

		
Фронтальный угол = 90°	Фронтальный угол = 45°	Фронтальный угол = 15°

Результат обработки двумя взаимно-перпендикулярными построчными операциями с фронтальным углом 45° градусов изображен на рисунке.



Фронтальный угол может быть в пределах от 0° (обрабатывать только перпендикулярные направлению движения участки) до 90° (без ограничения). Для пары построчных операций со взаимно перпендикулярными запросами оптимальным будет значение фронтального угла 45°.

Фронтальный угол для чистовых построчных и управляемых операций устанавливается в окне задания параметров операции на странице <Стратегии(see page 758)>.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.6.17 Способы обработки в управляемых операциях

В управляемых операциях вид траектории инструмента в плане задается направляющей областью, которая формируется из указанных направляющих кривых(see page 1128). Координата Z вычисляется исходя из условия касания инструментом обрабатываемой модели.

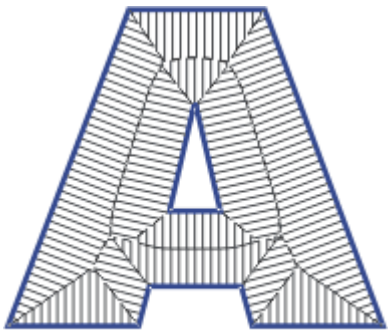
Проекции рабочих ходов инструмента на горизонтальную плоскость обязательно находятся внутри направляющей области. Способ формирования этих проекций может быть задан одним из следующих способов:

- <По границам направляющей области> – производится только один проход вдоль границ области. То есть, производится обработка детали таким образом, чтобы ось инструмента всегда находилась на одной из кривых, ограничивающих направляющую область.
- <Вдоль границ направляющей области> – первый проход осуществляется по границам области, а все последующие – по эквидистантам в горизонтальной плоскости к предыдущему запросу. Другими словами, при построении рабочих ходов ось инструмента проходит по семейству кривых, эквидистантных к границам области. Шаг между соседними эквидистантами равен установленному шагу обработки.
- <Поперек границ направляющей области> – горизонтальная проекция каждой строчки представляет собой отрезок, начинающийся на границе направляющей области, перпендикулярный ей в этой точке. Длина этого отрезка выбирается такой, чтобы один и тот же участок не обрабатывался дважды, а направление ходов в каждой точке внутри области задавалось ближайшей к ней точкой на границе.

Количество эквидистантных ходов при способе обработки вдоль границ направляющей области и длина ходов при обработке поперек границ, в общем случае ограничиваются формой и размерами направляющей области. Рабочие ходы строятся до тех пор, пока вся деталь, входящая в направляющую область не будет обработана.

Если включить режим обработки полосы указанной ширины, то обрабатываться заданным способом (вдоль или поперек) будет только полоса вдоль границ направляющей области. То есть, количество эквидистантных или длина прямолинейных ходов будут дополнительно ограничены шириной обрабатываемой полосы.

Вид траектории в плане при различных комбинациях параметров:



Поперек кривой



Вдоль кривой



Вдоль кривой с учетом ширины полосы



Поперек кривой с учетом ширины полосы



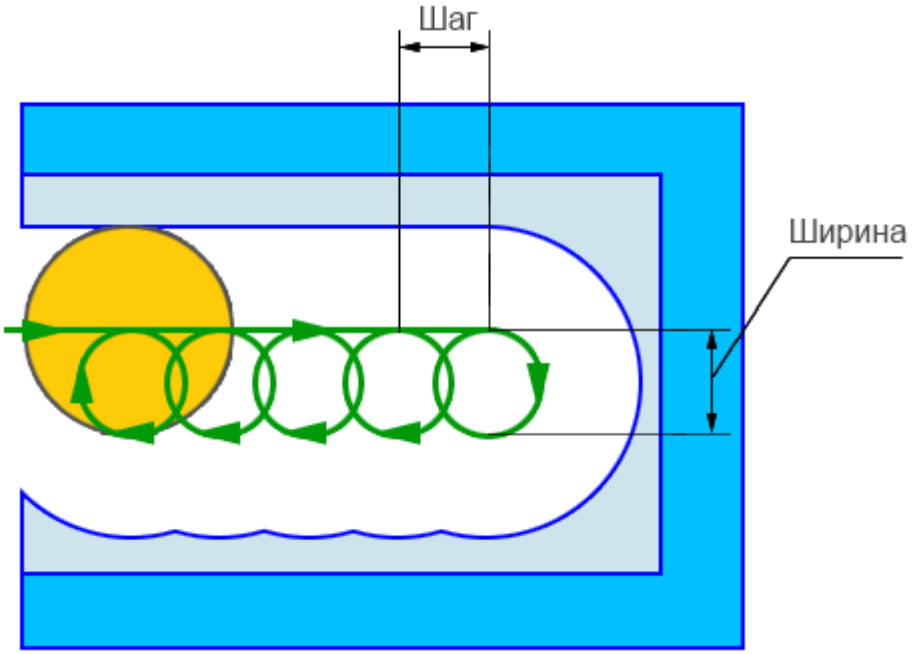
По кривой

Способ обработки для управляемых операций задается в окне задания параметров операции на странице < Стратегии>.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.6.18 Высокоскоростное врезание

Высокоскоростное врезание(see page 762) выполняется в системе путем формирования в определенных точках траектории дополнительных проходов вдоль замкнутых окружностей. Такой способ позволяет значительно сократить длину управляющей программы по сравнению с классической циклоидой и одновременно обеспечивает плавное изменение сил резания.



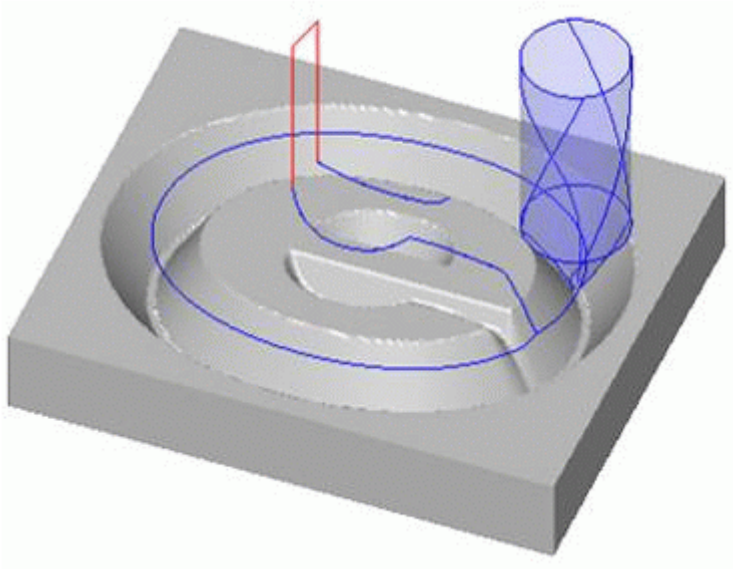
Ширина и шаг врезания зависят от выбранного режима. В системе реализованы 4 режима:

- <Не использовать врезание>. В этом режиме дополнительные окружности на врезании не будут формироваться ни при каких условиях.
- <Только для удаления островков>. Режим обеспечивает формирование минимального количества дополнительных окружностей. Диаметр окружностей выбирается минимальным и достаточным для удаления материала. Шаг врезания принимается равным диаметру инструмента.
- <Врезание с шагом выборки>. Режим обеспечивает наиболее равномерную нагрузку на инструмент. Радиусы дополнительных окружностей не могут быть меньше заданного радиуса скругления. Шаг врезания гарантированно меньше или равен шагу выборки. Данный режим рекомендуется для использования в условиях высокоскоростной обработки.
- <С уменьшением шага на чистовом проходе>. Врезание формируется аналогично третьему режиму, но для обеспечения режимов резания на чистовом проходе, шаг врезания на чистовом проходе принимается равным шагу чистового прохода.

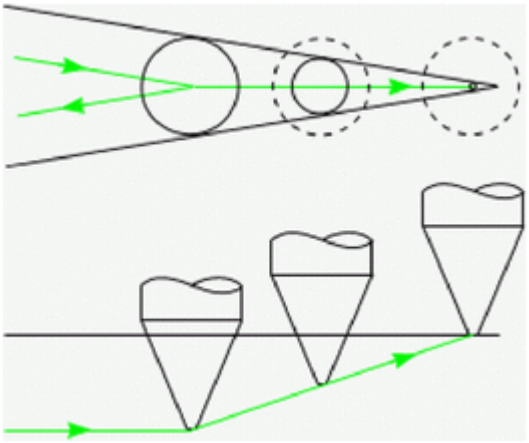
Внимание: В том случае если шаг выборки(see page 762) больше половины диаметра инструмента или задан радиус скругления, то могут образовываться островки не удаленного материала. Необходим обязательный визуальный контроль траектории в режиме "моделирование".

5.6.19 Трехмерная доработка

Трехмерная доработка углов предназначена для выборки остаточного материала в углах, а также в других местах, где это невозможно сделать инструментом(see page 736) с заданными геометрическими параметрами на текущем уровне обработки. Если инструмент имеет фасонную часть, диаметр которой постепенно уменьшается к конечной точке, то при увеличении координаты Z инструмента возможна обработка более “узких” участков.



Траектория инструмента при трехмерной доработке угла представляет собой такую кривую, при движении вдоль которой, инструмент касается задающего контура модели одновременно в нескольких точках. Координата Z инструмента определяется исходя из геометрии инструмента и расстояния до контура модели в каждой точке.



Использование функции 3D-доработки углов позволяет формировать острые внутренние углы на обрабатываемой модели и обработать области небольшой ширины одним трехмерным проходом инструмента.

Функция 3D-доработки углов для гравировальной операции и операции выборки области включается в окне задания параметров операции на странице <Стратегии(see page 763)>.

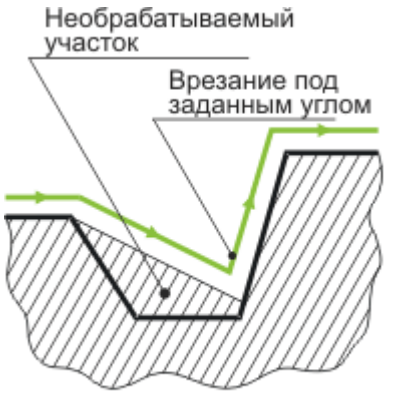
© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.6.20 Способы движения вниз в черновых построчных операциях

В черновых построчных(see page 895) и управляемых операциях(see page 1594) можно ограничить перемещение инструмента вниз. Такие ограничения особенно актуальны, если инструмент из-за особенностей режущей части или по причине плохой обрабатываемости заготовки может врезаться в материал лишь под ограниченным углом.

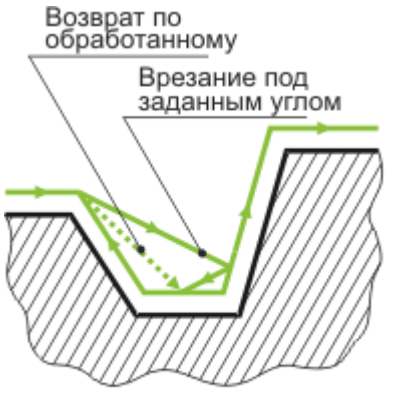
Может быть наложен один из типов ограничений:

- <Обработка строго снизу-вверх>. Движение инструмента внутри обрабатываемого материала вниз полностью исключается. Материал, оставшийся во впадинах, не дорабатывается. Такой способ целесообразно применять на выпуклых деталях. Деталь, имеющая впадины или карманы требует последующей доработки.



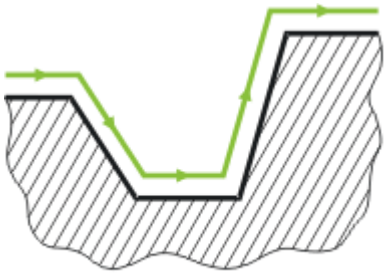
Контроль угла врезания без доработки теневых зон

- <С заданным максимальным углом врезания без доработки теневых зон>. При необходимости инструмент может двигаться вниз, но только под углом не больше заданного. Материал, оставшийся во впадинах, также не дорабатывается. Следовательно, для деталей с крутыми стенками впадин требуется доработка. Максимальный угол врезания должен устанавливаться в пределах от 0° (аналогично обработке строго снизу-вверх) до 90° (то же самое, что и без контроля).



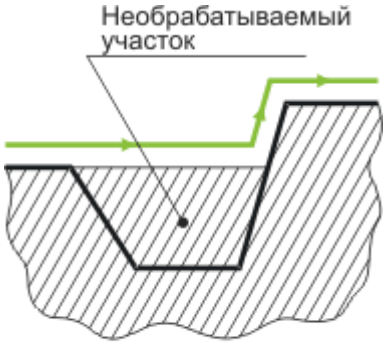
Контроль угла врезания с доработкой теневых зон

- <С заданным максимальным углом врезания с доработкой теневых зон>. Инструмент так же, как и в предыдущем случае, может врезаться в материал заготовки под углом не больше заданного, но дополнительно производится доработка оставшегося во впадинах материала. Доработка производится возвратно-поступательными движениями вдоль запроса с одновременным врезанием под заданным углом. В результате фрезерования с указанным ограничением обработанная деталь получается такая же, как и при обработке без контроля движения вниз. Максимальный угол движения вниз должен быть обязательно больше нуля.



Разрешено движение вниз

- <Без контроля движения вниз>. Направление движения инструмента не контролируется. Обработанная деталь содержит недоработки, обусловленные только геометрией инструмента.



Обработка только снизу вверх

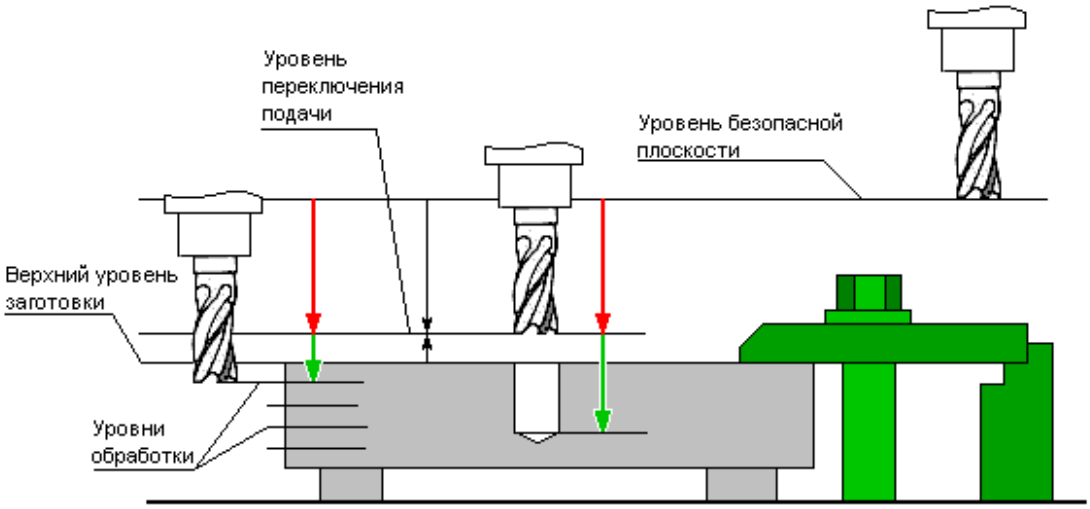
Способ движения вниз для черновых построчных и управляемых операций задается в окне задания параметров операции на странице <Стратегии(see page 764)>.

5.6.21 Врезание инструмента

Врезание инструмента представляет собой перемещение инструмента с уровня плоскости перехода инструмента по оси Z до верхнего уровня обработки детали, который задается в окне задания параметров(see page 1154). Если уровень плоскости перехода совпадает с верхним уровнем обработки детали, например, при переходе вокруг заготовки, врезание отсутствует. Врезание состоит из двух частей – перемещение на ускоренной подаче(see page 746) и перемещение на рабочей подаче(see page 746). При необходимости можно использовать только один режим – когда врезание осуществляется только на ускоренной подаче, либо когда только на рабочей подаче. Врезание должно быть организовано либо за площадью заготовки, либо в предварительно просверленное отверстие(see page 659). Параметры врезания задаются в окне параметров операции на странице <Подход-Отход(see page 659)>.

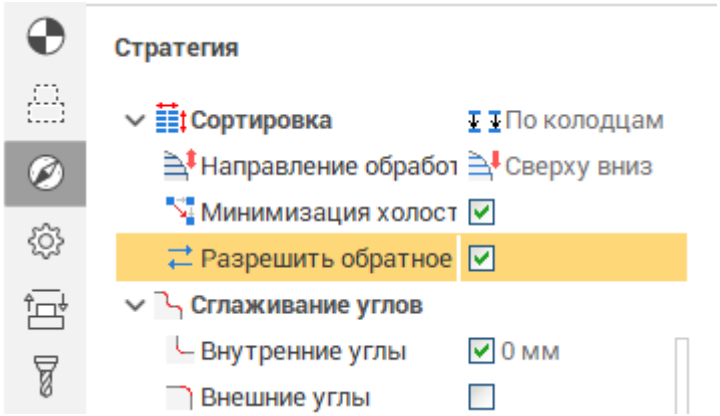
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Заданные параметры действуют в пределах всей операции не зависимо от того, сколько контуров обрабатывается в операции.



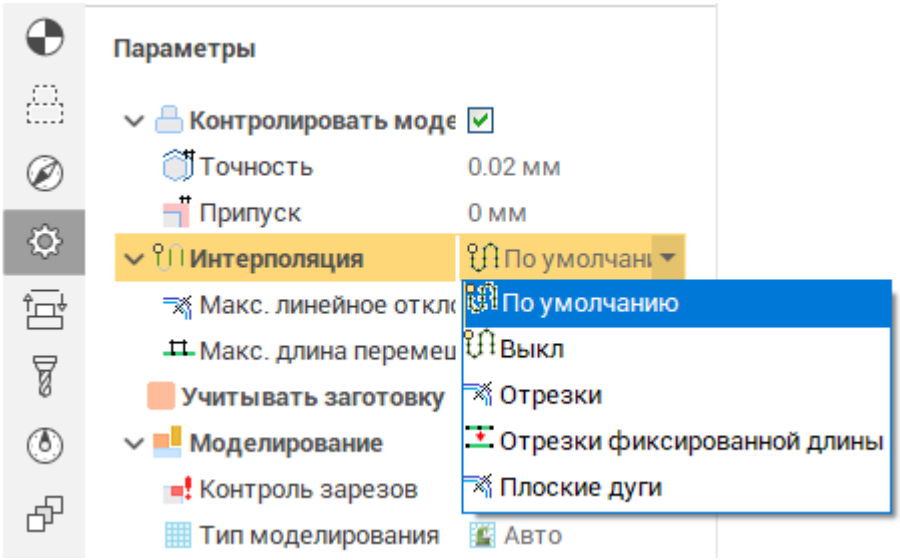
Уровень переключения подачи можно задавать двумя способами – как абсолютное значение в текущей системе координат(see page 488) (точно так же как задание безопасной плоскости, а так же верхнего и нижнего уровня заготовки), либо как расстояние от верхнего уровня заготовки. Задание осуществляется в окне параметров операции на странице <Подход-Отход>.

5.6.22 Разрешить обратное направление



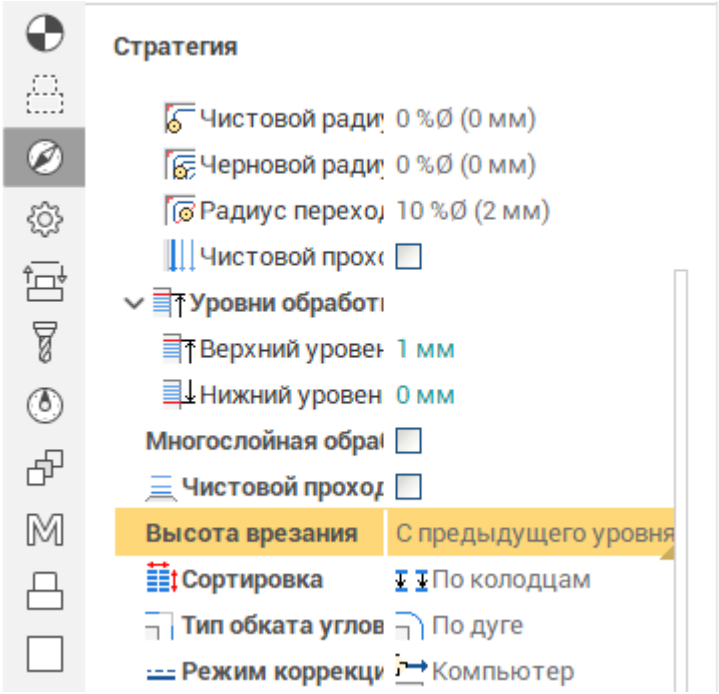
В операциях обработки кривой допускается движение вдоль кривой в сторону, противоположную указанной пользователем, если это позволит уменьшить длину холостых ходов.

5.6.23 Аппроксимация кривых



Траектория инструмента аппроксимируется дугами окружностей с заданной в поле «Допустимое отклонение» точностью. Если в окне настроек станка опция <Использовать дуги(see page 408)> отключена, то дуги в траекторию добавлены не будут.

5.6.24 Глубина врезания



На панели <Глубина врезания> задается высота снимаемого слоя, в частности она определяет значение уровня Z, на котором включится заданный тип врезания:

- <От предыдущего уровня> – врезание включится сразу же при движении вниз к следующему уровню

© 2025 ООО СПРУТ Технология

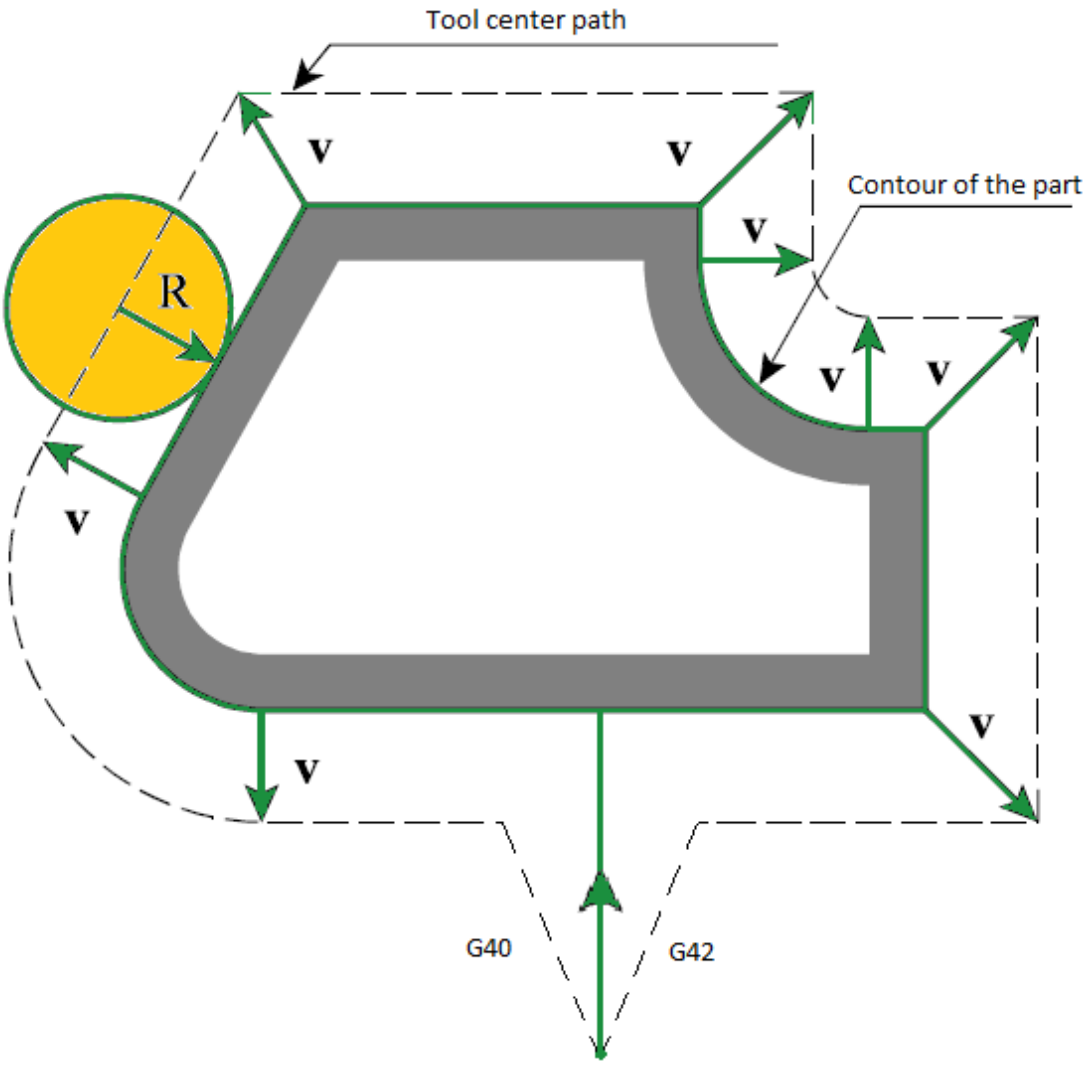
- <От уровня Z> – схема врезания всегда будет включаться при движении вниз от заданного уровня.
- <Глубина H> – схема врезания включится на расстоянии H от обрабатываемой плоскости.

5.6.25 Магазин инструментов

Магазин инструментов станка – приспособление для размещения и быстрой смены инструмента в процессе обработки детали. Смена инструмента может производиться автоматически по команде в управляющей программе. Станки выпускаются с одним и более (обычно для многошпиндельных станков) магазинами.

5.6.26 Коррекция на радиус инструмента во фрезерных операциях

Использование коррекции на радиус инструмента позволяет сделать запрограммированный в управляющей программе контур детали независимым от диаметра используемого инструмента. В случае использования коррекции в управляющую программу заносится исходный контур детали, без учета размеров инструмента (R). Стойка ЧПУ автоматически во время отработки программы рассчитывает вектор коррекции (v) для каждого кадра траектории, на который нужно сдвинуть инструмент от запрограммированного контура детали.



Для того, чтобы стойка ЧПУ корректно рассчитала траекторию центра инструмента, необходимо указать для всех участков траектории направление, в котором следует сдвигать инструмент. Существуют специальные команды, позволяющие задать в управляющей программе направление коррекции. Обычно это команды G41 - включение коррекции налево от запрограммированного контура и G42 - включение коррекции направо от запрограммированного контура. Для отключения коррекции используется команда G40. Величина коррекции обычно заносится в таблицу корректоров инструмента стойки ЧПУ.

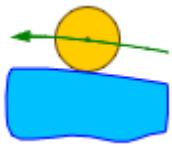
Однако использование коррекции на радиус инструмента накладывает некоторые ограничения на геометрию контура, запрограммированного в УП. Если в контуре имеются плохо обусловленные элементы, например, дуги, радиус которых меньше величины коррекции, или участки, длина которых значительно меньше величины коррекции, то стойка ЧПУ не всегда сможет построить корректную траекторию центра инструмента. В результате траектория может содержать петли, что обычно приводит к зарезам. Также следует обращать особое внимание на участки траектории, где коррекция включается и выключается. В этих местах перемещение инструмента может значительно отличаться от запрограммированного, т.к. в одной части хода коррекция выключена, а в другой - включена. Чтобы избежать зарезов в этих местах обычно добавляют специальные отрезки - ходы включения и выключения коррекции.

CAM-система может генерировать траекторию с учетом коррекции. На странице "Подход-отход(see page 1148)" находится панель, где можно включить использование коррекции, а также выбрать типы ходов включения-выключения коррекции(see page 1148).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Существует 5 различных типов или способов учета коррекции на радиус инструмента:

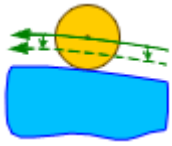
- <Компьютер>. В данном случае CAM-система сама рассчитывает траекторию с учетом размеров выбранного инструмента. В управляющую программу попадает траектория на центр инструмента, а команды включения и выключения коррекции не выводятся, что не позволяет оператору станка влиять на коррекцию в момент отработки УП. Однако CAM-система при расчете траектории центра инструмента может корректно обрабатывать плохо обусловленные случаи и удалять петли. Это в значительной степени гарантирует правильность траектории и отсутствие зарезов. Данный тип устанавливается по умолчанию.



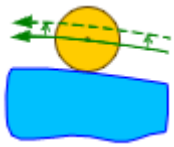
- <Стойка ЧПУ>. В этом случае расчет траектории производится без учета радиуса инструмента. В управляющую программу выводится контур детали, а также команды включения и выключения коррекции соответствующего знака. Это позволяет оператору станка корректировать траекторию перемещения инструмента с учетом радиуса инструмента, реально используемого в момент обработки. В режиме моделирования для эмуляции поведения стойки ЧПУ используется величина коррекции равная радиусу инструмента.



- <Износ>. Расчет производится с учетом размеров инструмента, как и при использовании опции <Компьютер>, но в управляющей программе дополнительно появляются команды включения и выключения коррекции со знаком, противоположным тому, который принят за обычный (т.е. коррекция направлена в сторону детали). Это позволяет оператору компенсировать износ инструмента. указывая величину коррекции на стойке как разницу между заданным размером инструмента и размером переточенного инструмента. В режиме моделирования при эмуляции поведения стойки ЧПУ используется величина коррекции равная нулю.



- <Обратный износ>. Аналогично типу <Износ>, но знак коррекции противоположный (направлен от детали).

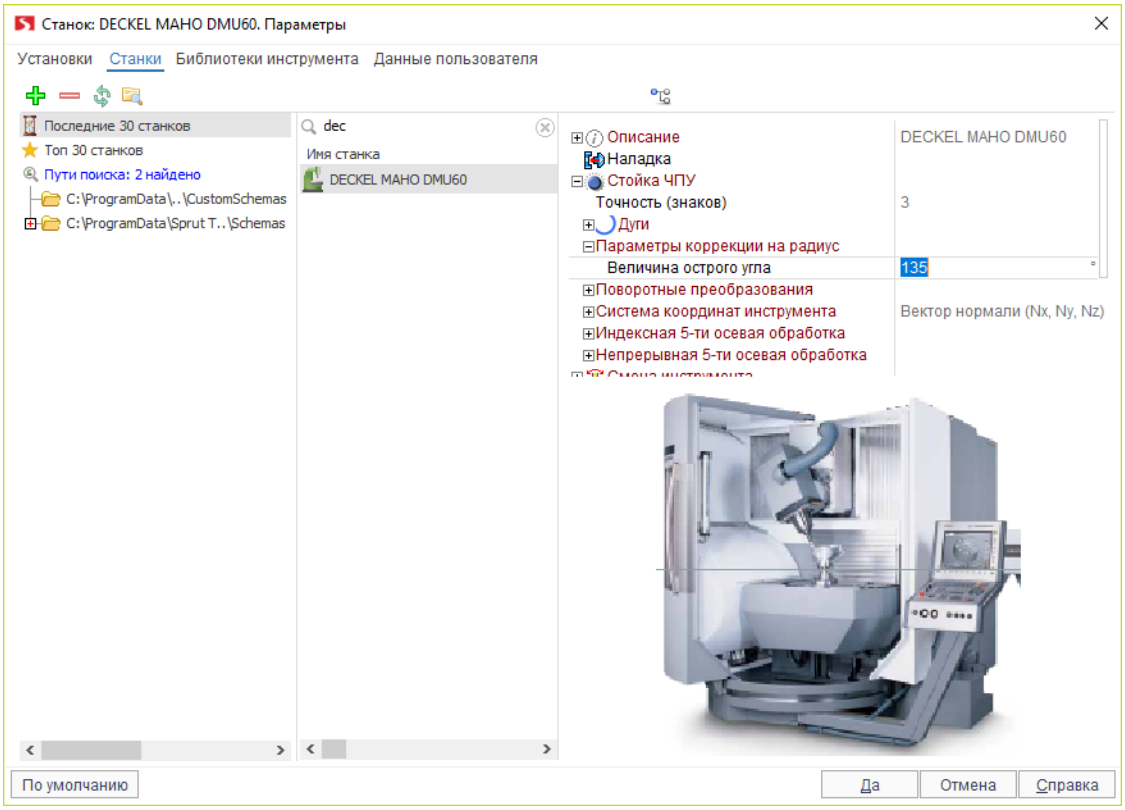


Опции моделирования коррекции

CAM-система позволяет рассчитывать, отрисовывать и моделировать траекторию перемещения инструмента с учетом коррекции на радиус. Если в параметрах операции опции, регулирующие вывод команд коррекции на радиус, настроены, то в управляющую программу будут выводиться команды включения и выключения коррекции (обычно им соответствуют коды <G41>, <G42>, <G40>) с номерами корректоров, а в регистры, отвечающие за величину коррекции, могут заноситься значения коррекции на радиус. При

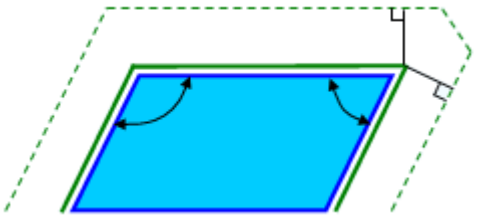
этом в графическом окне и в системе моделирования траектория будет представляться уже с учетом коррекции, которая будет произведена стойкой ЧПУ в момент обработки управляющей программы.

Между тем разные системы ЧПУ (либо одни и те же системы ЧПУ в зависимости от внутренних настроек) могут обрабатывать коррекцию на радиус различными способами. В CAM системе имеется ряд опций, позволяющих настроить внутренние методы отработки коррекции и приблизить их к методам, реализованным в каждой конкретной стойке ЧПУ. Данные опции настраиваются в окне параметров станка, которое можно открыть из режима <Технология>, выделив корневой элемент дерева (станок) и нажав кнопку . В инспекторе свойств станка в разделе <Стойка ЧПУ> имеется группа <Параметры коррекции на радиус>.



В данной группе имеются следующие настройка:

- <Величина острого угла> – влияет на способ построения обката углов. Если угол между соседними элементами оказывается меньше данного параметра, то элементы продолжаются до пересечения друг с другом. Если же угол оказывается больше заданного, то элементы продолжаются на величину коррекции и между ними достраивается дополнительный отрезок. На рисунке ниже приведен пример, где левый угол больше величины острого угла, а правый – меньше:



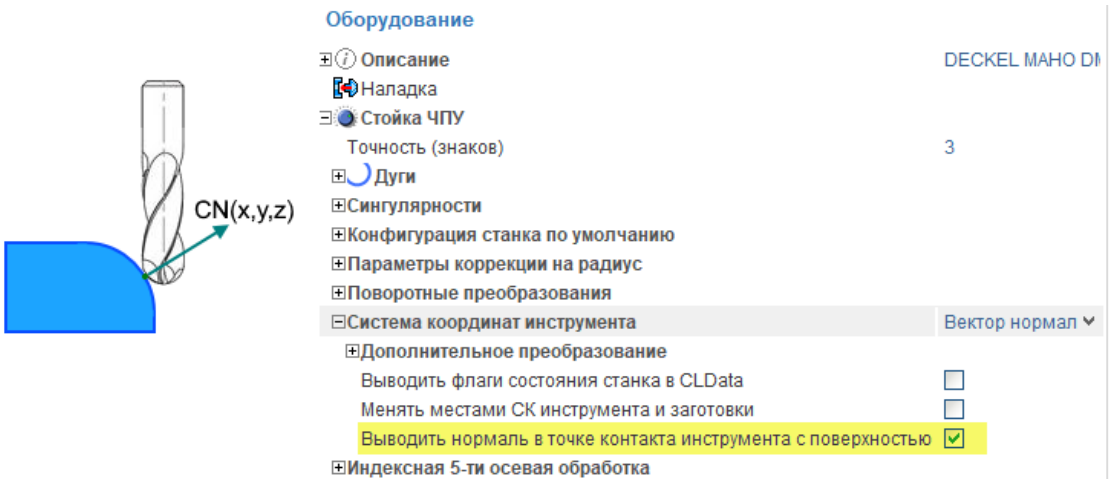
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Сопутствующие ссылки:

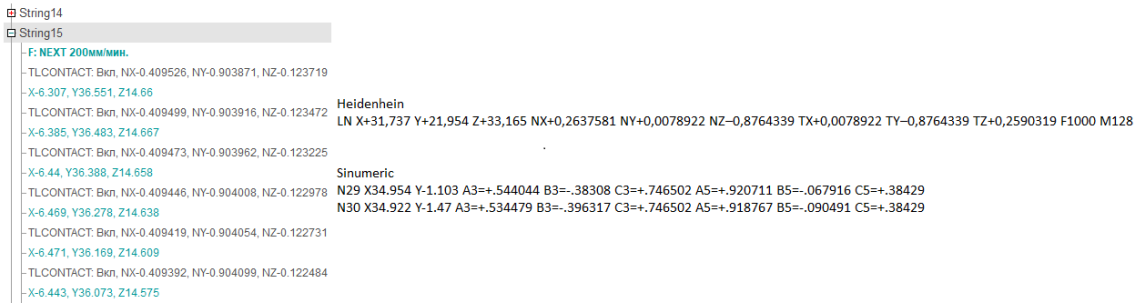
Ходы включения и выключения коррекции(see page 1148)

5.6.27 3D коррекция инструмента

Для чистовых операций обработки поверхностей имеется возможность выводить в управляющую программу вектор нормали обрабатываемой поверхности в точке контакта с инструментом. Это позволяет производить так называемую "3D коррекцию", т.е. небольшое смещение инструмента в каждой точке траектории в сторону от детали.



Для того чтобы эта информация начала выводиться в управляющую программу нужно в настройках схемы станка включить галочку "Выводить нормаль в точке контакта инструмента с поверхностью". В этом случае в CLData для каждой точки траектории будет выводиться новая команда TLCONTACT (NX, NY, NZ), которая и содержит необходимый вектор нормали для последующих точек траектории. В постпроцессоре, в зависимости от того как в конкретной стойке реализована поддержка 3D коррекции, нужно прописать либо вывод напрямую нормали контакта в кадр УП, либо вручную смещать каждую точку траектории в направлении данного вектора на величину коррекции.



5.7 Создание технологии на базе конструктивных элементов

Обработка на базе конструктивно-технологических элементов

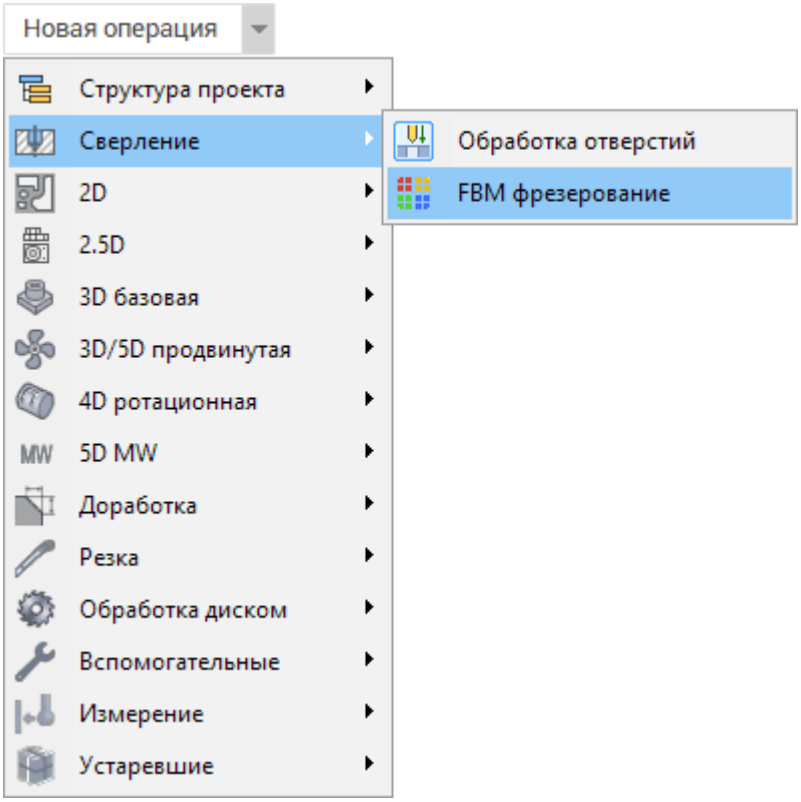
Констуктивно-технологический элемент (КТЭ) - это элемент детали, для которого существуют стандартные или типовые технологические процессы обработки. Примеры КТЭ включают отверстия, карманы, пазы, канавки, фаски и пр.

Обработка на базе КТЭ - это подход САПР, основанный на распозновании КТ элементов и либо автоматическом, либо автоматизированном формировании технологического процесса на основе информации, извлеченной из разпознанных элементов и некоторой Технологической Базы Знаний

Группа FBM Фрезерование

FBM Фрезерование - это групповая операция, позволяющая выполнять обработку на базе КТЭ в CAM системе.

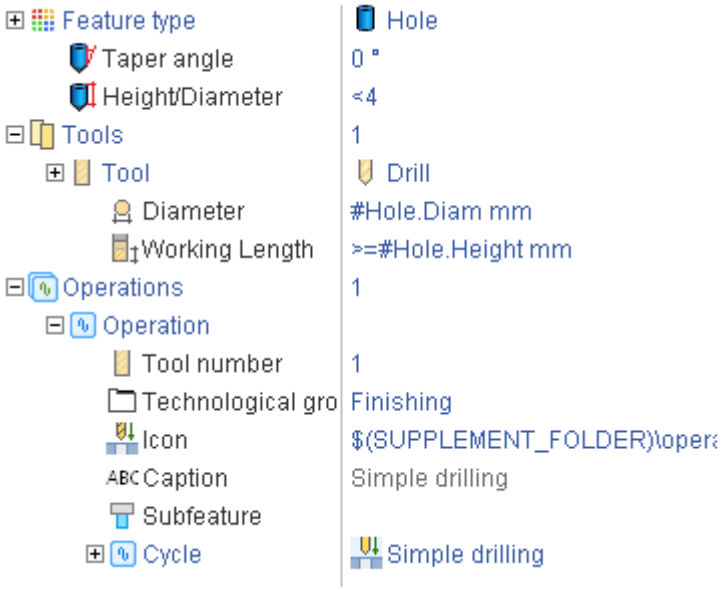
Когда вы создаете операцию FBM Фрезерование, CAM система автоматически распознает все известные ему КТ элеметы в текущей детали. После этого вы можете легко выбрать распознанные элементы и назначить для них технологические процессы, стандартные либо сохраненные в Библиотеке FBM Тех. Процессов, и CAM система автоматически сформирует последовательность операций, необходимых для обработки элементов, отсортировав их в соотвествии с выбранной стратегией (Одна из возможных стратегий - сортировка с минимизацией смен инструмента).



Создание новой операции FBM Фрезерования ничем не отлчичается от создания обычной операции: просто выберите соотвествующий пункт из меню Новая...

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.7.1 Технологический процесс КТ элемента



Тех. процесс КТЭ - это последовательность обработки, определенная либо для конструктивного элемента, либо для класса конструктивных элементов. В CAM системе существуют два типа таких тех. процессов.

1. Атомарные тех. процессы
2. Комплексные тех. процессы.

Атомарные тех. процессы осуществляют лишь определенный этап обработки. Обычно они состоят из единственной операции. В качестве примера таких процессов можно привести операции засверливания, предварительного сверления, снятия фаски.

Комплексные тех. процессы включают в себя все необходимые операции для полной обработки элемента.

В процессе работы, в момент, когда Вы назначаете тех. процесс для КТ элемента, CAM система предлагает Вам на выбор только комплексные процессы, а в момент, когда Вы добавляете операции в уже существующий или новый тех. процесс, на выбор предлагаются только атомарные тех. процессы.

Технологический процесс КТЭ состоит из четырех основных частей.

1. Свойства, такие как тип (атомарный, комплексный), название, иконка, дата последнего изменения.
2. Ограничения элемента
3. Список выбора инструмента
4. Список операций

Ограничения элемента

Ограничения элемента задают тип элемента и ограничения на параметры элемента, которым он должен удовлетворять, чтобы данный тех. процесс подходил.

Например, тип элемента может быть отверстием, составным отверстием, либо канавкой.

Каждый тип элемента обладает своим собственным набором параметров. Например, простое отверстие имеет такие параметры, как тип (глухое, сквозное), диаметр, угол конусности, угол кончика и др. Составное отверстие - сложный элемент, состоящий из двух или более простых отверстий, и возможно, включающий канавки. Канавка - это радиальное

углубление в отверстии, определяемое такими параметрами как тип (круглая, квадратная, трапецеивидная), высота, диаметр, угол конусности, радиус скругления и пр.

В ограничениях Вы указываете, какие параметры какие значения могут принимать. Ограничения могут быть выражены одним из следующих способов:

1. Простое значение. Например, Диаметр=10.
2. Диапазон значений (Min..Max). Например, Высота=10..20.
3. Условие меньше чем (<). Например, Угол конусности<5.
4. Условие меньше или равно (<=). Например, Радиус скругления<=5.
5. Условие больше чем (>). Например, Размер фаски>5.
6. Условие больше или равно (>=). Например, Глубина>=5.

Когда в процессе работы Вы выбираете КТ элемент и назначаете ему тех. процесс, CAM система пробегает по всем тех процессам и сравнивает элемент с ограничениями элемента каждого из тех. процессов. Каждый раз когда он находит совпадение, процесс добавляется в список выбора.

После этого CAM система смотрит на правила выбора инструмента тех. процессов и ищет подходящие инструменты в базе.

Список выбора инструмента

Список выбора инструмента состоит из записей, определяющих правила выбора инструментов из базы для операций технологического процесса.

Для каждого правила указывается тип желаемого инструмента и ограничения, накладываемые на его параметры. Ограничения на параметры инструмента оформляются таким же образом, как и ограничения на параметры самого элемента. Но ключевым моментом здесь является то, что в ограничениях параметров инструмента можно использовать ссылки на параметры конструктивного элемента. Ссылка оформляется в виде полного пути к параметру, разделенного точками, и начинается с символа #. Например, возможные ссылки на параметры отверстия включают #Hole.Diameter, #Hole.Height, #Hole.TipAngle и др. Таким образом, типичное правило выбора инструмента для отверстия выглядит следующим образом.

- Tool.Type = Drill;
- Tool.Diameter=#Hole.Diameter;
- Tool.Length>=#Hole.Height.

В правилах допустимо также использование математических операций и функций. Например, правила выбора инструмента для операции обработки фаски выглядит следующим образом:

- Tool.Type = Conical Mill
- Tool.TaperAngle = Hole.ChamferAngle/2.

Список операций

Список операций содержит последователь операций обработки конструктивного элемента.

Для каждой операции задаются следующие параметры

1. Идентификатор подэлемента (Subfeature Id).
2. Номер инструмента.
3. Технологическая группа.
4. Иконка и название.
5. Тип машинного цикла.
6. Параметры машинного цикла.

Subfeature Id - идентификатор подэлемента в составе составного элемента, обрабатываемого в данной конкретной операции. Например, процесс обработки

© 2025 ООО СПРУТ Технология

составного отверстия состоит из операций, производящих обработку отдельных его ступеней и канавок, для таких операций возможные идентификаторы подэлементов включают Step1, Step2,...StepN, Groove1, Groove2,.. GrooveN.

Номер инструмента задает индекс инструмнета в списке правил выбора инструмента, используемый операцией. Несколько операций могут использовать один и тот же инструмент. В этом случае они будут иметь один и тот же номер инструмента.

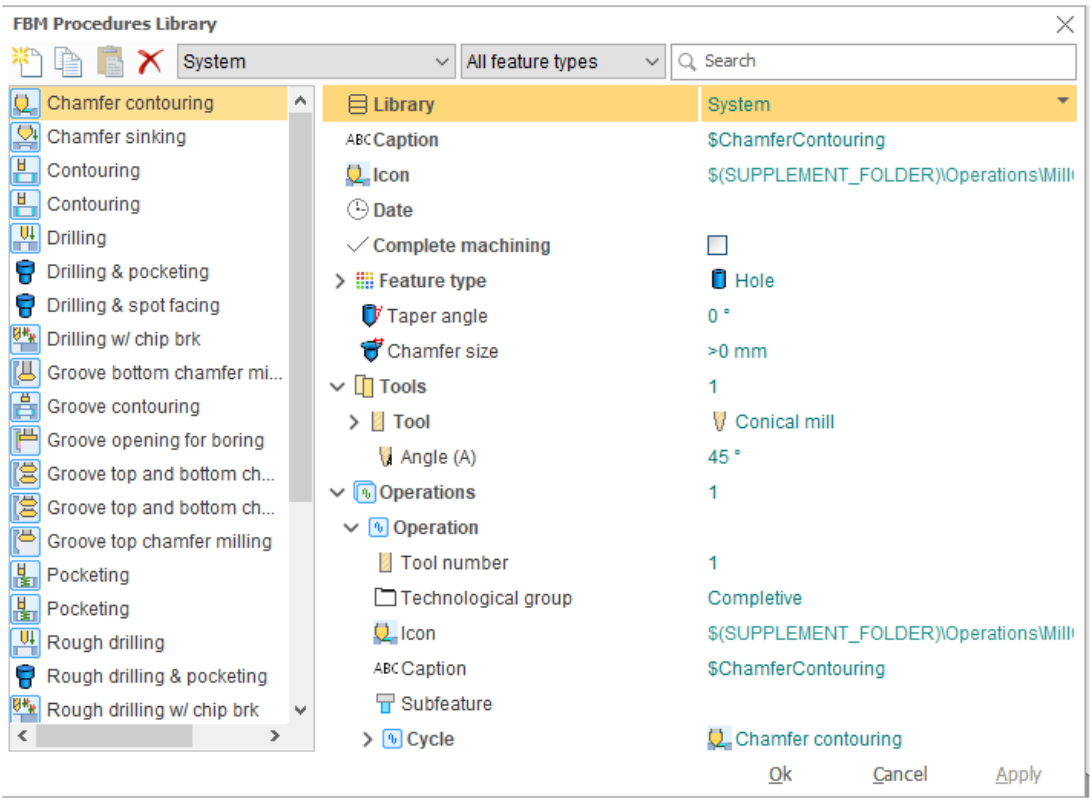
Технологическая группа определяет класс, к которому принадлежит операция. Существуют следующие технологические группы:

- подготовительная;
- черновая;
- получистовая;
- чистовая;
- финишная.

Тип машинного цикла устанавливает стратегию обработки, используемую в операции. Для различных типов элементов в CAM системе существует разные циклы обработки. Например, для отверстий определены такие циклы как простое сверление, сверление с ломкой стружки, сверление с удалением стружки и другие.

Параметры цикла обработки хранятся в виде пары Параметр=Значение. Таким образом, необходимо задавать только параметры, существенные с точки зрения технологии, остальные параметры будут иметь значения по умолчанию, заданные для цикла.

5.7.2 Интерфейс библиотеки технологических процессов



Библиотека технологических процессов - инструмент управления и редактирования базы знаний технологических процессов FBM. Все технологические процессы распределяются по четырем папкам.

- Системные;

- Общие;
- Личные;
- История.

Папка Системные доступна только для чтения, она поставляется вместе с CAM системой и содержит наиболее общие и универсальные тех. процессы.

Папка Общие содержит процессы, доступные всем пользователям данного ПК.

Папка Личные содержит Ваши личные тех. процессы

Папка История содержит автоматически сохраненные тех.процессы. В ходе работы с CAM системой пользователь динамически создает новые тех. процессы непосредственно в пользовательском интерфейсе путем редактирования параметров существующих тех. процессов, добавления или удаления из них операций. Когда пользователь сохраняет проект, все новые и измененные тех. процессы автоматически сохраняются в библиотеку в папку История для возможного последующего повторного их использования. Таким образом обеспечивается формирование технологической базы знаний без особых усилий от самого пользователя.

Открытие окна библиотеки

Для открытия окна библиотеки нажмите кнопку Библиотека тех. процессов на панели инструментов Элементы.



Фильтрация тех. процессов



Используйте комбобокс Библиотеки для переключения между активными папками.

С помощью комбобокса Тип элемента осуществляйте фильтрацию по типа элементов.

Введите текст в поле Поиск для осуществления фильтрации тех. процессов по имени.

Создание, удаление, копирование тех. процессов



- Для создания нового тех. процесса используйте кнопку Новая.
- Чтобы удалить тех. процесс, нажмите кнопку с крестиком.
- Чтобы скопировать тех. процесс, нажмите кнопки Скопировать, затем Вставить.

Редактирование тех. процесса

Редактирование тех. процесса осуществляется в инспекторе параметров. Поведение инспектора параметров в окне библиотеке немного отличается от стандартного:

- Когда параметр в инспекторе развернут, то все внутренние параметры отображаются как обычно.
- Если же параметр свернут, то вложенные параметры с переопределенными значениями по прежнему видимы, а параметры со значениями по умолчанию не отображаются.

По умолчанию все узлы в инспекторе свернуты. В результате Вы видите все переопределенные параметры. Это очень удобно, поскольку именно переопределенные параметры определяют тех. процесс.

- Для редактирования параметра, раскройте родительский узел, введите параметр и сверните узел.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Чтобы сбросить значение параметра в состояние по умолчанию, очистите поле, выделив все и нажав BackSpace или Del на клавиатуре, затем нажмите Enter

Поля параметров, имеющих значения по умолчанию рисуются серым цветом.

Параметры с некорректными значениями выделяются красным.

Изменение библиотеки тех. процесса

Вы можете поменять местонахождение тех. процесса в библиотеке выбрав соответствующий пункт в поле Библиотека в инспекторе.

Изменение типа тех. процесса

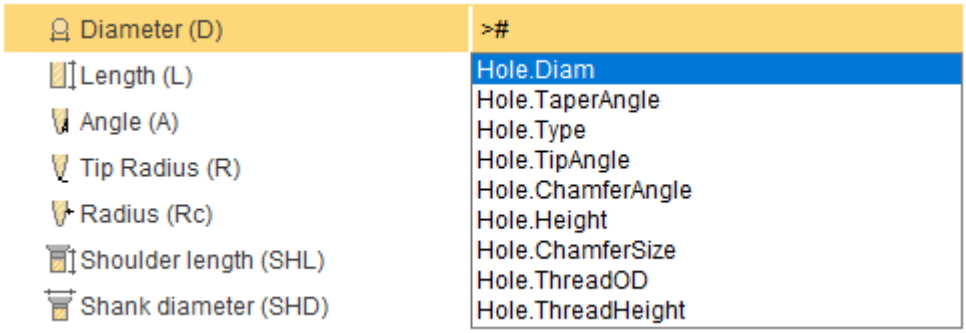
Чтобы переключить тип тех. процесса между Атомарным и Комплексным поставьте/удалите галочку в поле Комплексная обработка в инспекторе.

Редактирование ограничений элемента

1. Выберите тип элемента в поле Тип элемента.
2. Разверните поле Тип элемента.
3. Задайте ограничения на параметры элемента. Значение по умолчанию для всех ограничений - Любой. Это означает, что параметр может принимать произвольное значение.

Задание правил выбора инструмента

- Чтобы задать количество инструментов в списке, введите число в поле Инструменты и нажмите Enter.
- Чтобы использовать в правиле выбора инструмента ссылку на параметр элемента, просто нажмите символ # на клавиатуре. В результате должно появиться окно автозаполнения. Выберете нужный параметр из списка мышкой или клавишами Вверх/Вниз на клавиатуре.



Редактирование операций

- Чтобы задать количество операций, введите число в поле Операции и нажмите Enter.
- Для каждой операции задайте номер инструмента, тип цикла и параметры цикла. Номер инструмента по умолчанию совпадает с номером самой операции.

Применение/отказ от изменений

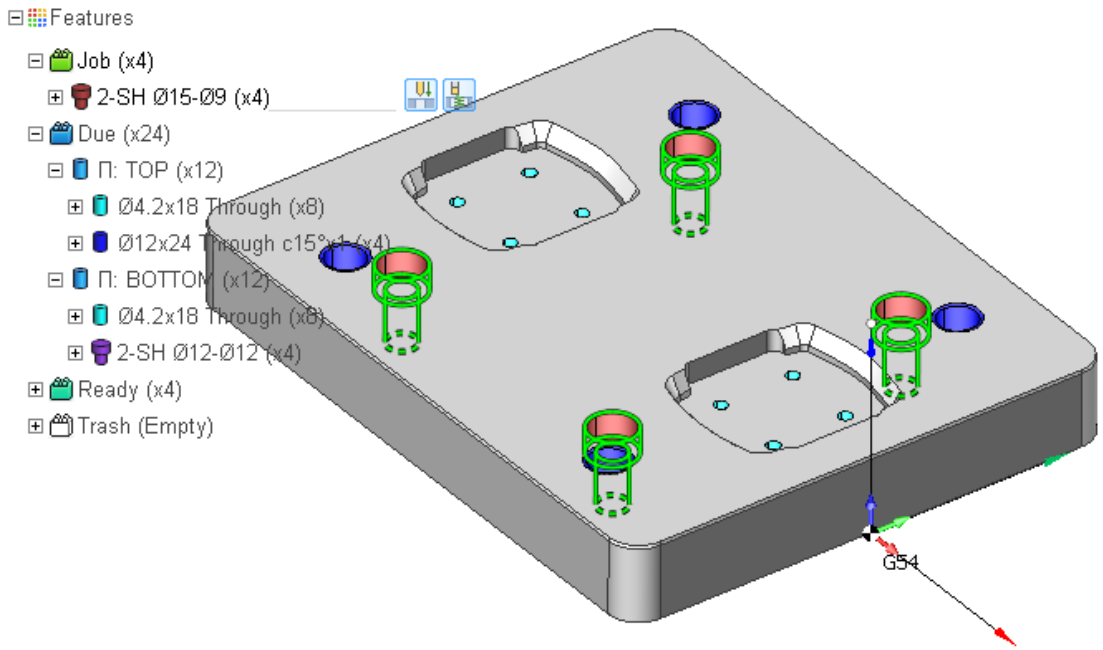
Измененные тех. процессы помечены в списке жирным.

- Чтобы применить изменения, нажмите кнопку Применить внизу.
- Чтобы применить изменения и закрыть окно, нажмите кнопку Да внизу.
- Чтобы отменить изменения и закрыть окно, нажмите кнопку Отменить внизу.

5.7.3 Интерфейс дерева конструктивных элементов

После того как CAM система распознает конструктивные элементы, он сортирует и организует их в иерархическую древовидную структуру. На верхнем уровне дерево состоит из четырех групп.

- Рабочие;
- Деталь;
- Готовые;
- Корзина.



Рабочие элементы - это элементы, обрабатываемые в текущей операции. В графическом окне рабочие элементы выделяются ярко-зеленой подсветкой..

Папка Деталь содержит элементы текущей детали, которые еще нигде не обрабатывались

В папку Готовые попадают элементы, которые уже обрабатывались в других операция FBM Фрезерования проекта.

Папка Корзина содержит удаленные элементы.

Данные папки обладают особенным поведением: когда папка свернута, ее вложенные элементы не отображаются в графическом окне. По умолчанию папки Рабочие и Деталь развернуты, а папки Готовые и Корзина свернуты. В результате Вы видите на экране только те элементы, которые либо обрабатываются в текущей операции, либо подлежат обработке, но еще не были обработаны.

Подсчет элементов. Альтернативные элементы

На против каждого узла дерева в скобках отображается количество вложенных элементов. Вы можете заметить, что иногда отображаемое количество элементов может не совпадать с количеством реальных элементов в детали. Вы можете также заметить, что некоторые элементы могут присутствовать в дереве дважды. Это не ошибка, а особенность, вызванная существованием альтернативных элементов. Например, сквозные отверстия могут быть обработаны с двух сторон. В таких случаях CAM система распознает не одно, а два отверстия, одно - с положительным направлением оси, второе - с отрицательным направлением оси.Эти элементы являются хотя и независимыми, но в то же время CAM система отслеживает связь между ними. Когда Вы обрабатываете один

© 2025 ООО СПРУТ Технология

элемент, система помечает второй альтернативный элемент как обработанный автоматически.

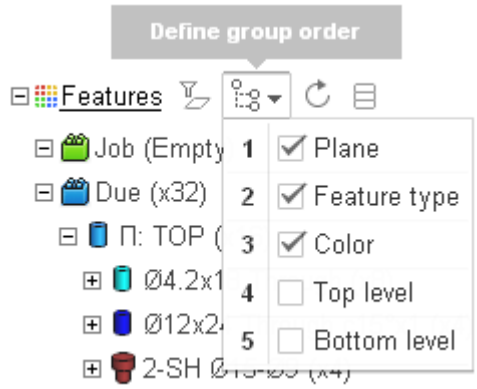
Изменение схемы группировки

CAM система группирует элементы в соответствии с выбранной схемой. Группировка возможно по следующим параметрам.

- тип элемента;
- плоскость (ориентация оси);
- верхний и нижний уровни;
- цвет.

Кроме того, идентичным или сходным элементам назначается одинаковый цвет, и они также объединяются в группы.

Чтобы поменять схему группировки, нажмите кнопку Определить порядок групп на панели инструментов Элементы. В появившемся окошке: включайте/выключайте галочки напротив необходимых групп, меняйте группы местами с помощью перетаскивания мышью. Все изменения немедленно отображаются в дереве элементов.



Выделение элементов

Существует два способа выделения элементов.

1. Выбором узлов в дереве элементов.
2. Щелчком мыши на элементах в графическом окне.

Чтобы выделить сразу несколько элементов, удерживайте клавиши Ctrl или Shift.

Панель команд



Когда Вы выделяете элемент в графическом окне, под курсором мыши появляется панель команд. Панель содержит наиболее часто используемые команды для действий над выбранными элементами.:

1. Комбобокс тех. процесса элемента.
2. Переключатель видимости элемента.
3. Команда Фильтр.
4. Кнопка Удалить.

Показ/скрытие элементов

Чтобы сделать элементы невидимыми или, наоборот, показать скрытые элементы, Вы можете либо нажать мышкой на иконку элемента в дереве, либо нажать кнопку с солнышком на панели команд.

Фильтрация элементов

Реализована возможность фильтрации элементов по плоскости. Для этого просто выберете элемент, лежащий в нужной плоскости и нажмите кнопку Фильтровать элементы по текущей плоскости. В результате на экране и в дереве будут отображаться только элементы, ориентация оси которых совпадает с ориентацией выбранных элементов, все другие элементы будут отфильтрованы. Функция полезна при работе с 3х координатными станками, когда Вы хотите видеть только элементы, лежащие в текущей плоскости установа.

Удаление элементов

Когда Вы выделяете элементы в графическом окне, либо в дереве, напротив первого выбранного элемента в дереве появляется маленький крестик. Вы можете удалить выбранные элементы, нажав на этот крестик или на такой же крестик на панели команд.

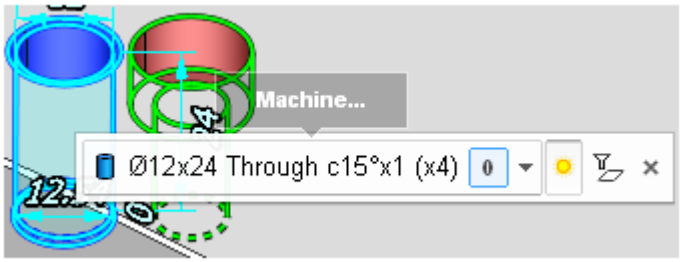
Операция удаления элементов является контекстно-зависимой.

- Когда Вы удаляете элементы из папки Рабочие, элементы удаляются из рабочего задания и помещаются в папку Деталь.
- Когда Вы удаляете элементы из папок Деталь или Готовые, они перемещаются в корзину.
- Когда Вы удаляете элементы из папки Корзина, они не удаляются, а восстанавливаются - перемещаются в папку Деталь.

5.7.4 Интерфейс задания тех. процессов для выбранных элементов

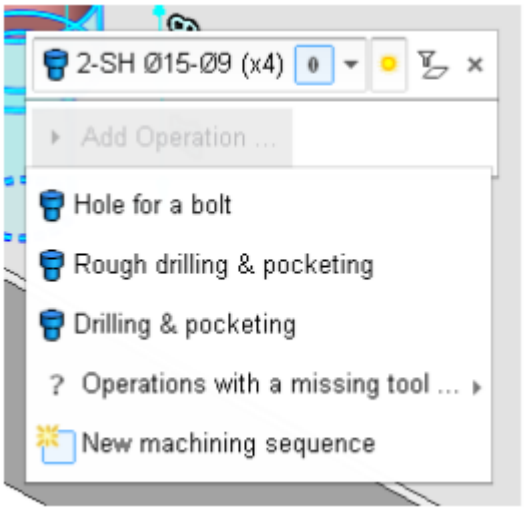
Чтобы задать технологический процесс для выбранных элементов,

- Нажмите мышкой на иконке  в дереве. Иконка появляется, когда вы подсвечиваете узел в дереве.
- Вы также можете нажать на комбобокс последовательности обработки в панели команд.

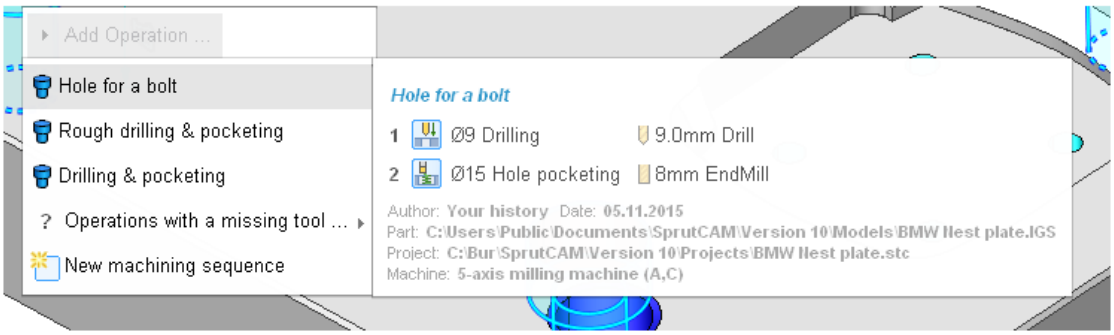


- Затем наведите курсор на меню Добавить операцию… и появится список тех. процессов, применимых к выбранным элементам.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



- При наведении курсора на элемент в списке, появляется панель с информацией о подсвеченном тех. процессе: название, список операций с выбранными инструментами, дополнительная информация (автор, дата создания, деталь, проект, станок).

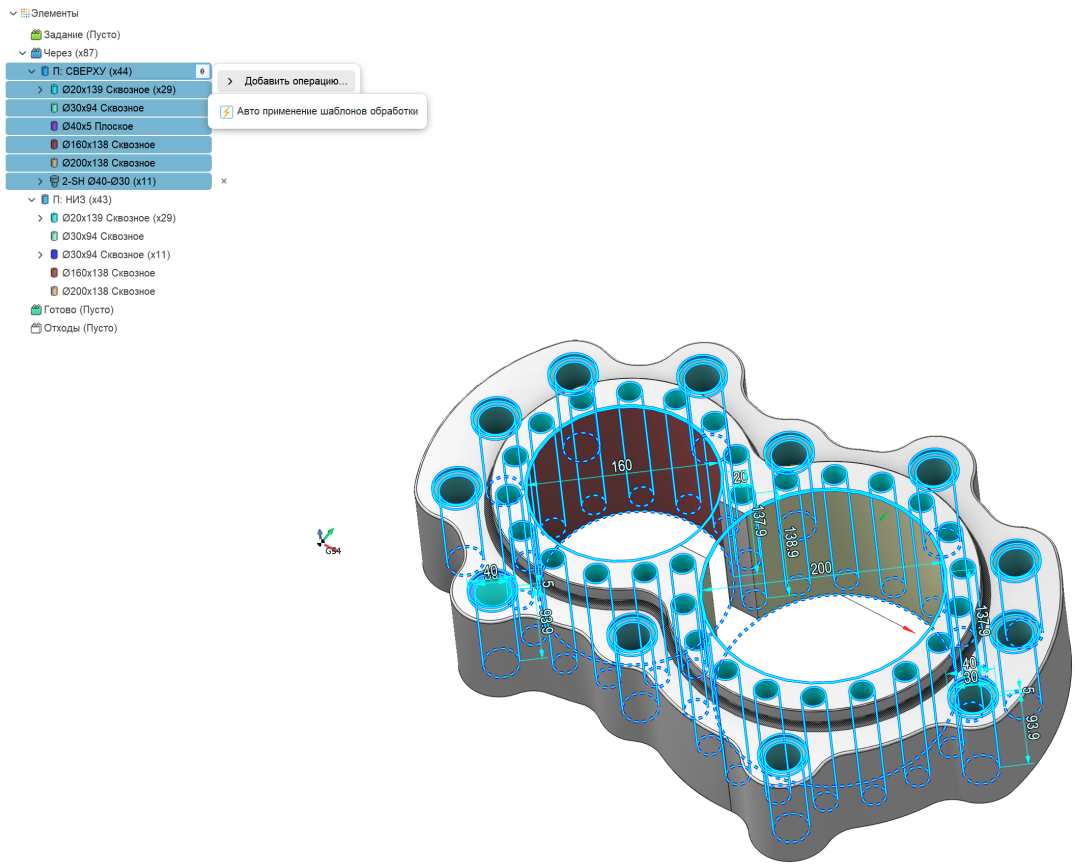


Тех. процессы, для которых CAM система не сможет подобрать инструмент, помещаются в отдельное под-меню Операции с отсутствующим инструментом. Когда Вы выбираете тех. процесс из этой папки, инструменты, отсутствующие в базе создаются.

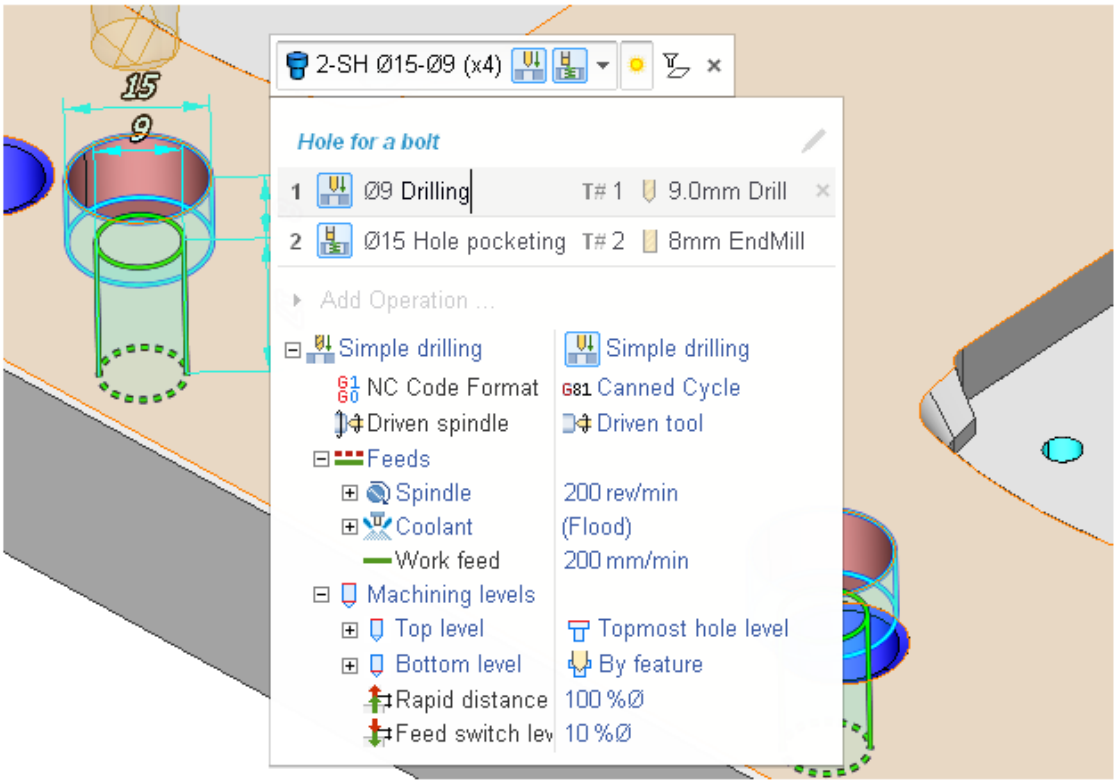
Чтобы создать новый тех. процесс, а не использовать существующий выберете пункт меню Новая последовательность обработки.

После того как Вы выберете существующий тех. процесс или создадите новый, выбранные элементы переместятся в папку Рабочие, CAM система автоматически сформирует операции внутри группы FBM Фрезерования, а выбранный тех. процесс будет доступен для редактирования.

Возможность автоматического назначения правил обработки группе отверстий в определенной плоскости.



5.7.5 Интерфейс редактирования тех. процесса



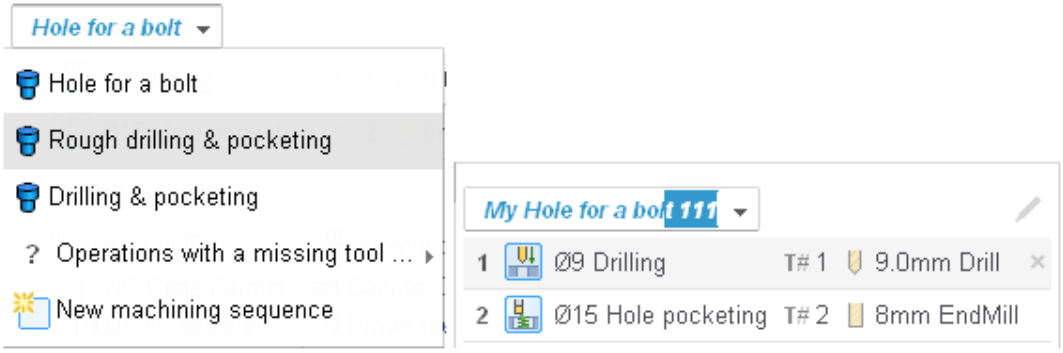
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Редактирование тех. процессов обработки конструктивных элементов осуществляется в окне, появляющемся при нажатии на комбобокс последовательности обработки в панели команд, и при нажатии на списке операций элемента в дереве элементов.

Окно состоит из следующих частей.

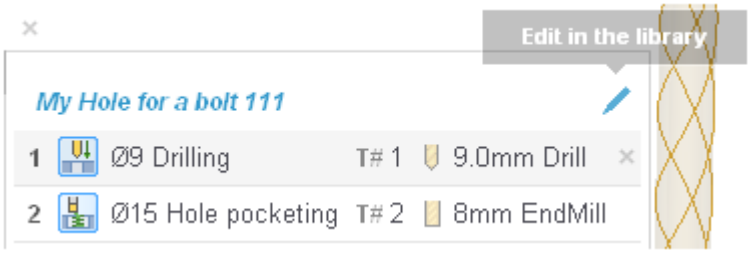
Комбобокс выбора технологического процесса

В заголовке окна находится селектор выбора технологических процессов. Вы можете легко поменять технологический процесс элемента, выбрав его из выпадающего меню. Кроме того, в этом же комбобоксе Вы можете задать имя текущего тех. процесса (внутри расположено текстовое поле)



Кнопка Редактировать в библиотеке

Справа от селектора тех. процессов расположена кнопка Редактировать в библиотеке. При нажатии на данную кнопку текущий тех. процесс сохраняется в библиотеку, и открывается окно библиотеки с выбранным тех. процессом.



Список операций

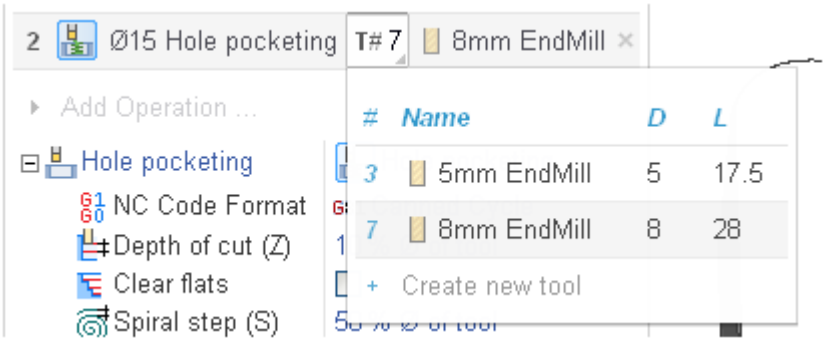
Сразу под заголовком располагается список операций тех. процесса.



Каждая запись в списке операций состоит из следующих элементов.

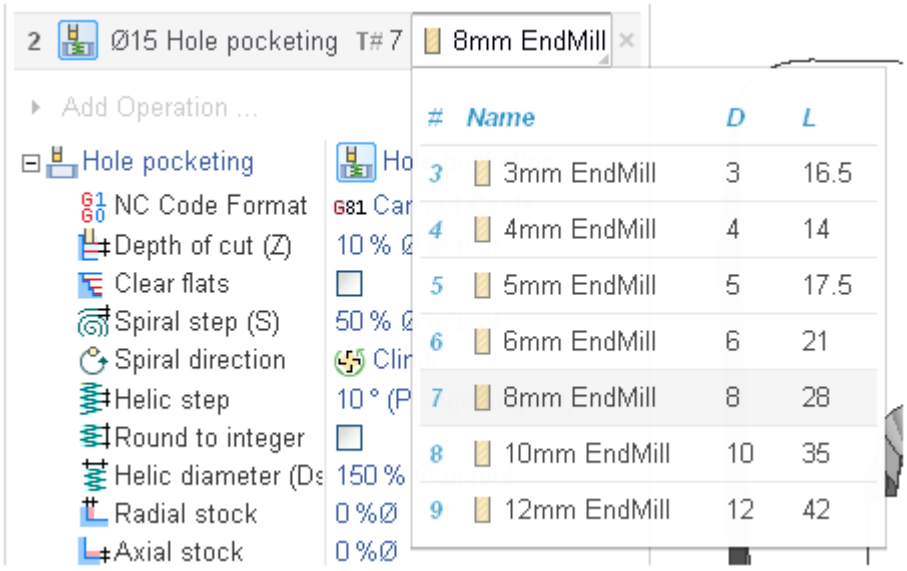
1. Порядковый номер. Вы можете менять операции местами путем перетаскивания операций за этот номер.
2. Иконка.

3. Префикс подэлемента (присутствует только если операция обрабатывает подэлемент в составе составного элемента).
4. Название операции. Это текстовое поле, Вы можете в любой момент поменять название операции в этом поле.
5. Селектор номера инструмента - комбобокс, в котором Вы можете выбрать инструмент для операции тех. процесса из списка используемых инструментов всего проекта. Только применимые инструменты, которые удовлетворяют правилам выбора инструмента, доступны для выбора. Один и тот же инструмент может быть использован в нескольких операциях. В этом случае в скобках указывается количество операций, в которых используется инструмента.



Чтобы добавить новый инструмент, используйте команду Создать инструмент.

6.Селектор инструмента. В этом комбобоксе Вы назначаете инструмент для записи в списке используемых инструментов проекта. Если один инструмент используется сразу в нескольких операциях, во всех этих операциях поменяется инструмент..

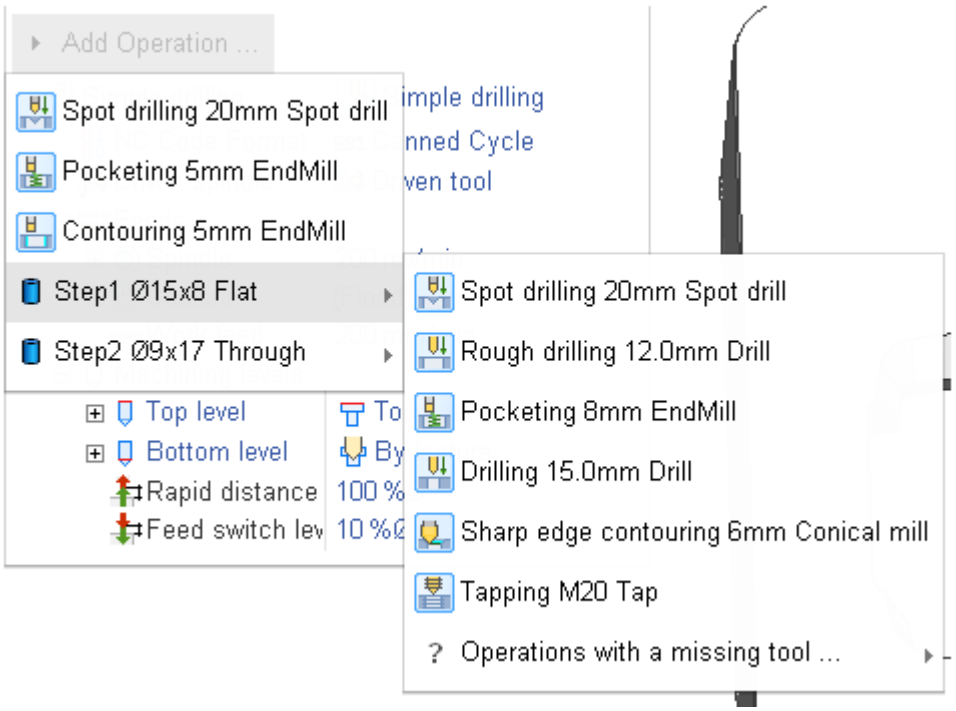


7.Кнопка Удалить операцию.

Меню Добавить операцию...

Под списком операций тех. процесса расположено меню Добавить операцию...

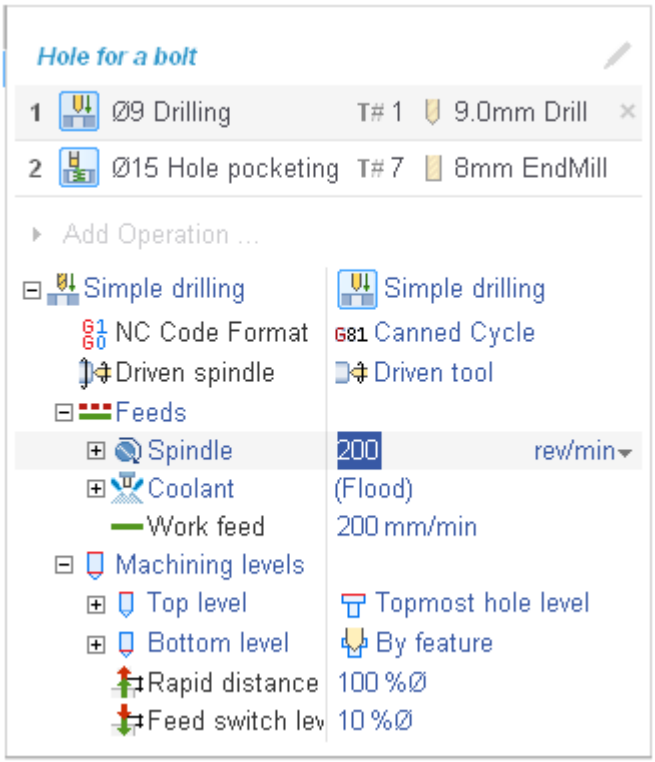
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Из этого меню Вы можете добавить новую операцию в тех. процесс. Только применимые атомарные тех. процессы отображаются в этом меню. При этом, операции для которых CAM система не смогла найти подходящий инструмент, помещаются в отдельное подменю. Если текущий элемент составной, то для для каждого подэлемента также доступны операции для выбора - в отдельных подменю.

Инспектор параметров операции

Параметры выбранной операции отображаются в инспекторе внизу. Первый параметр в инспекторе - тип цикла. Вы можете поменять тип цикла для операции, выбрав его из выпадающего списка. Остальные параметры - параметры выбранного цикла



Использование окна редактирования тех. процессов как основного инструмента формирования библиотеки тех. процессов

Окно задания и редактирования тех. процесса - это очень простой и удобный способ добавления новых тех. процессов в библиотеку. Вы просто выбираете элемент, выбираете для него существующий или создаете новый тех. процесс, добавляете, удаляете, редактируете операции, после этого нажимаете кнопку Сохранить в библиотеке, делаете окончательные правки уже в библиотеке и все - новый тех. процесс добавлен и готов к будущему использованию

С функцией История процесс накопления технологической базы знаний еще более упрощается. Когда Вы сохраняете проект, все тех. процессы из операций FBM Фрезерования автоматически сохраняются в библиотеку в папку История и становятся доступны для повторного использования.

5.7.6 Параметры формирования операций

CAM система формирует и обновляет операции внутри группы FBM Фрезерования автоматически каждый раз, когда вы назначаете или редактируете тех. процессы рабочих элементов. Операции формируются в той же последовательности, в какой находятся элементы внутри папки Рабочие.

При этом два параметра, расположенные на странице Стратегия операции FBM Фрезерования оказывают влияние на результирующую последовательность.

1. Минимизировать смены инструмента.
2. Объединять операции с одним инструментом..

Минимизировать смены инструмента

Когда опция Минимизировать смены инструмента включена, операции внутри группы FBM Фрезерования упорядочиваются таким образом, чтобы операции использующие один и тот же инструмент, стояли в списке рядом друг с другом (разумеется, если это не противоречит последовательности обработки, заданной в тех. процессах элементов).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Объединять операции с одним инструментом

Данная опция становится доступной, только если включена опция минимизации смены инструмента. При активации данной опции CAM система объединяет операции, использующие один и тот же инструмент и стоящие рядом с друг другом внутри группы FBM Фрезерования, в одну операцию. Это слияние позволяет получать еще более оптимальные траектории.

5.7.7 Параметры операций обработки элемента

Операции, формируемые внутри группы FBM Фрезерования - это специальные операции обработки элементов.

Операция обработки элементов позволяет в рамках одной операции производить обработку элементов, лежащих в разных плоскостях, разных типов, и даже разными циклами при условии что все элементы обрабатываются одним и тем же инструментом. Операция предлагает следующий набор параметров для получения эффективной траектории без столкновений.

Методы сортировки элементов

- По списку,
- Оптимальный,
- Группировать по плоскости.

Способы расчета траекторий для идентичных элементов

- Независимо,
- Копирование,
- Оформление в виде подпрограмм.

Вывод траектории в локальной системе координат элемента

Способы формирования переходов

- На прямую,
- Ортогонально,
- Через безопасную поверхность.

5.8 Обработка на фрезерных станках

Фрезерные станки предназначены для обработки с помощью фрезы плоских и фасонных поверхностей, тел вращения, зубчатых колёс и т. п. металлических и других заготовок. При этом фреза, закрепленная в шпинделе фрезерного станка совершает вращательное (главное) движение, а заготовка, закреплённая на столе, совершает движение подачи прямолинейное или криволинейное.

Обычно разделяют фрезерную обработку на станках с ЧПУ по количеству осей координат, относительно которых может осуществляться одновременное перемещение фрезы относительно детали (заготовки):

- 2-х и 2,5 координатная обработка(see page 790) .
- 3-х координатная обработка(see page 859) .
- 4-х и 5-и координатная обработка.(see page 963)

CAM система позволяет рассчитывать управляющие программы для всех выше перечисленных видов фрезерной обработки.

Сопутствующие ссылки:

Типы технологических операций фрезерной обработки(see page 789)

Операции для 2D и 2.5D обработки(see page 790)

Операции для 3-х координатной обработки(see page 859)

Операции для 4-х и 5-и координатной обработки(see page 963)

Операция копирования траектории

5.8.1 Типы технологических операций

Процесс обработки представлен в системе как упорядоченная последовательность технологических операций(see page 405). Технологический процесс может содержать произвольное количество операций различных типов. Каждая операция, в зависимости от ее типа, имеет определенные правила формирования траектории инструмента и характеризуется собственным набором параметров. Количество доступных в системе типов операций зависит от комплекта поставки(see page 20).

Операции могут быть условно разделены на черновые и чистовые. <Черновые операции> производят выборку всего материала заготовки, который находится вне обрабатываемой модели и за пределами запрещенных зон. Как правило, черновые операции используются для первичной выборки материала в случаях, когда форма и размеры обрабатываемой детали значительно отличаются от формы и размеров заготовки. <Чистовые операции> производят только обработку поверхности детали, без выборки материала. Их обычно используют для окончательного формирования поверхности детали после предварительной обработки, а также и без неё в случаях небольшого отличия детали от заготовки или при использовании заготовки из легкообрабатываемого материала.

В окне создания новой операции(see page 414) в отдельную группу выделена <Доработка остаточного материала>. Это сделано исключительно для удобства организации работы. Точно такие же траектории инструмента могут быть сгенерированы обычными черновыми или чистовыми операциями при соответствующих параметрах. Черновые операции при доработке производят выборку всего остаточного материала, а чистовые – обрабатывают поверхность детали только в местах недоработок. Операции доработки позволяют оптимизировать обработку сложных деталей. Их целесообразно использовать для черновой или чистовой доработки инструментом другой формы или меньшего диаметра, чем у предыдущих операций. Операция пространственного преобразования траектории инструмента также включена в группу операций доработки.

По способу задания обрабатываемой модели операции могут быть разделены на группы.

- Для операций выборки области(see page 852), гравировальной(see page 848), обработки 2D контура(see page 823) и 3D кривой(see page 860)обрабатываемая модель задается набором кривых. Все поверхностные объекты модели напрямую операциями не используются.
- Обрабатываемая модель для операций других типов определяется набором элементов, образующих поверхность детали. Для задания поверхности детали могут использоваться твердые тела, поверхности, сеточные объекты(see page 174). Кривые в списке задания обрабатываемой модели могут выступать лишь как вспомогательные элементы, например, для указания области или направления обработки.

Сопутствующие ссылки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Перечень типов технологических операций(see page 711)

Операция копирования траектории
2D обработка кривой(see page 823) 3D обработка кривой(see page 860)

Гравировальная операция(see page 848)

Выборка области (кармана и колодца)(see page 852)

5.8.2 Операции для 2D и 2.5D обработки

Особенностью операций 2D и 2.5D обработки является необязательность наличия 3D модели детали. Рабочее задание, а также деталь, заготовка и оснастка могут быть сформированы только на основе таких объектов как кривые, а в некоторых случаях и точки. Использование поверхностей при определенных условиях также возможно. Например, в операции обработки отверстий при добавлении отверстий в рабочее задание допускается использование цилиндрических поверхностей. Или в операциях обработки кривых в рабочем задании возможно указывать "стенки", т.е. такие поверхности, которые располагаются перпендикулярно к текущей плоскости обработки операции. Кроме того, во всех операциях, где возможно задание кривых, в качестве кривых могут использоваться ребра 3D моделей(see page 174).

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Операция обработки отверстий(see page 791)

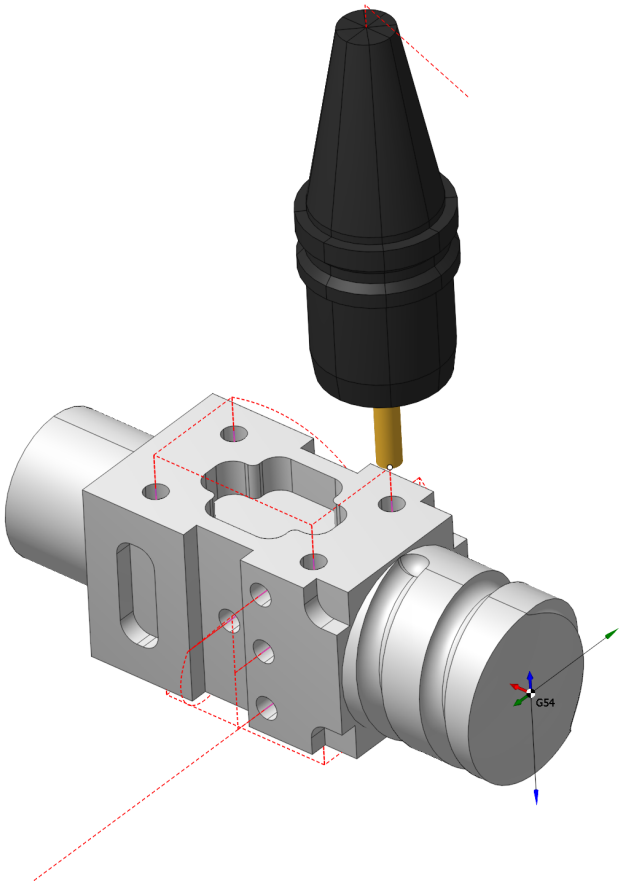
2D обработка кривой(see page 823)

Гравировальная операция(see page 848)

Выборка области (кармана и колодца)(see page 852)

Операции для 2D и 2.5D обработки(see page 855)

5.8.2.1 Операция обработки отверстий



Область применения:

Операции обработки отверстий предназначены для сверления, центрирования, растачивания, зенковки, нарезания резьбы, фрезерования резьбы и обработки карманов. Он может обрабатывать отверстия, не лежащие в одной плоскости и не лежащие в ортогональных плоскостях. Операцию можно использовать как для обработки отверстий в модели, так и для предварительного сверления точек погружения инструмента для выполнения карманов и операций.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Центр. Создайте отверстие по центральной точке.

Создать. Создайте отверстие путем ввода координат. Узнать больше(see page 550)

Распознать. Автоматическое распознавание отверстий в детали. Узнать больше(see page 548)

Схема. Создает массив отверстий по схеме Узнать больше(see page 552)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Сортировка. Сортировка с использованием некоторых параметров для сортировки списка отверстий. Узнать больше(see page 558)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Тип цикла.

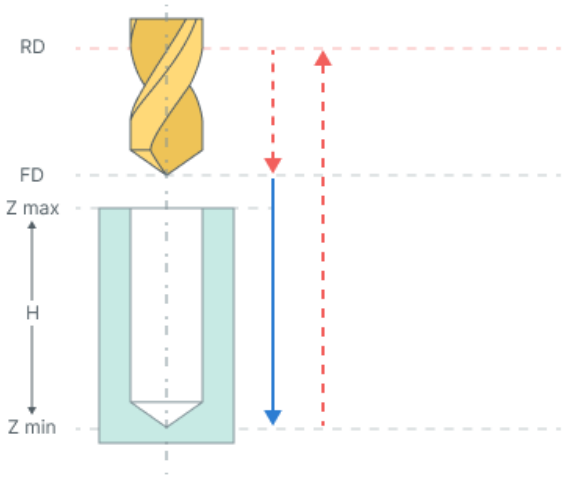
Эта группа определяет основные параметры различных видов обработки отверстий.

Нажмите здесь для раскрытия...

Тип цикла:

Простое сверление. Цикл сверления сверлит отверстия с быстрым подводом к безопасному уровню и быстрым отводом к безопасному уровню.

Нажмите здесь для раскрытия...

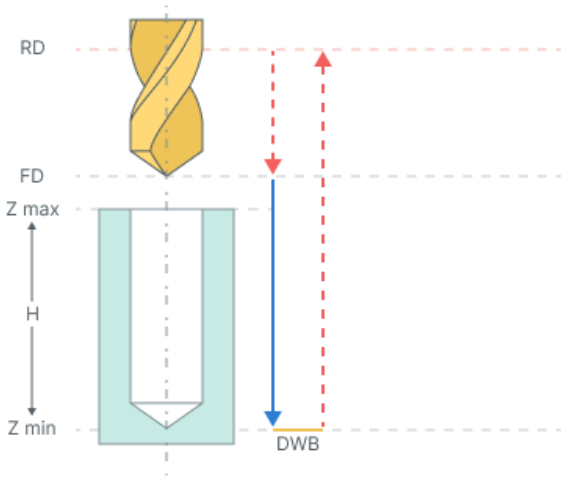


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр **H = Zmax - Zmin.**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Сверление с выстоем. Цикл сверления сверлит отверстия с быстрым приближением к безопасному уровню, задержкой на уровне дна отверстия и быстрым отводом на уровень безопасной плоскости.

Нажмите здесь для раскрытия...

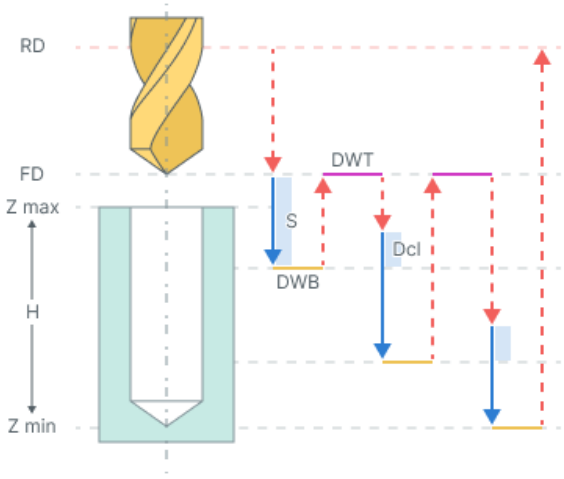


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin**.
4)**Задержка внизу (DWB)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Глубокое с удалением стружки. При сверлении с циклом удаления стружки выполняется перемещение инструмента к центру отверстия на уровне быстрого расстояния (RD) и последующее циклическое сверление с отводом инструмента на уровень расстояния подачи (FD).

Нажмите здесь для раскрытия...



Цикл состоит из:

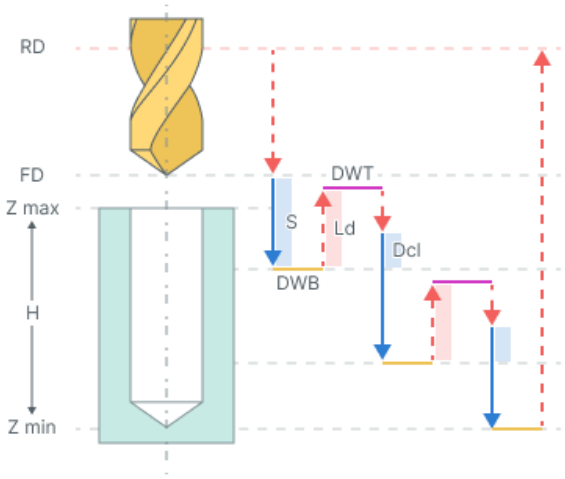
1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Шаг (S)**
4) **Задержка внизу (DWB)**

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5) **Недоход (Dcl)**
6) **Задержка наверху (DWT)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Глубокое с ломкой стружки. Сверление с циклом стружколомания выполняет подвод инструмента к центру отверстия на быстром расстоянии (RD). При циклическом сверлении производится отвод инструмента для ломки стружки.

Нажмите здесь для раскрытия...

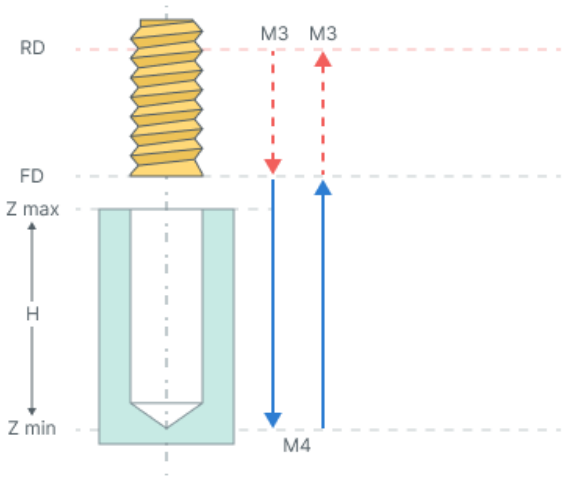


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Шаг (S)**
4) **Задержка внизу (DWB)**
5) **Отход (Ld)**
6) **Недоход (Dcl)**
7) **Задержка наверху (DWT)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Нарезание резьбы. Цикл нарезания резьбы выполняет быстрый подвод к уровню (RD), нарезание резьбы с последующим отводом на рабочей скорости подачи с обратным вращением шпинделя.

Нажмите здесь для раскрытия...

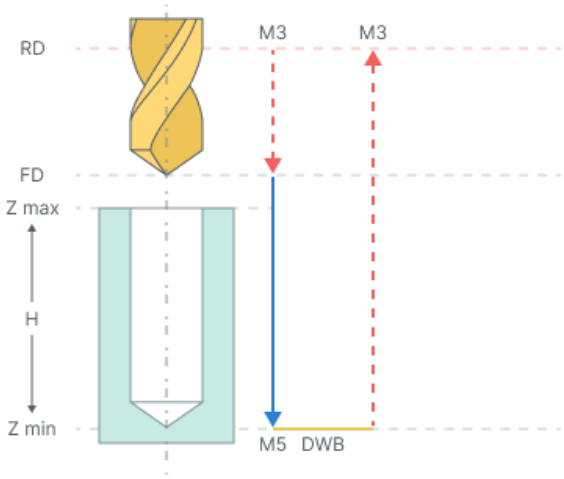


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin.**
4) **Реверс шпинделя M4**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Расточка тип 5. Цикл растачивания выполняет подвод инструмента к центру отверстия, растачивание отверстия с остановкой на минимальном уровне и отвод рабочей подачи до уровня **Расстояния возврата (RD).**

Нажмите здесь для раскрытия...



Цикл состоит из:

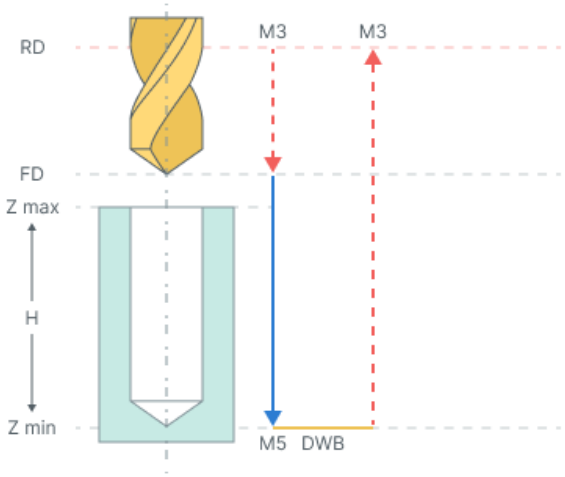
1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

3) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin.**
4) **Остановка шпинделя M5**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Расточка тип 6. Цикл растачивания выполняет подвод инструмента к центру отверстия, растачивание отверстия с остановкой на минимальном уровне и быстрый отвод на уровень быстрого расстояния (RD).

Нажмите здесь для раскрытия...

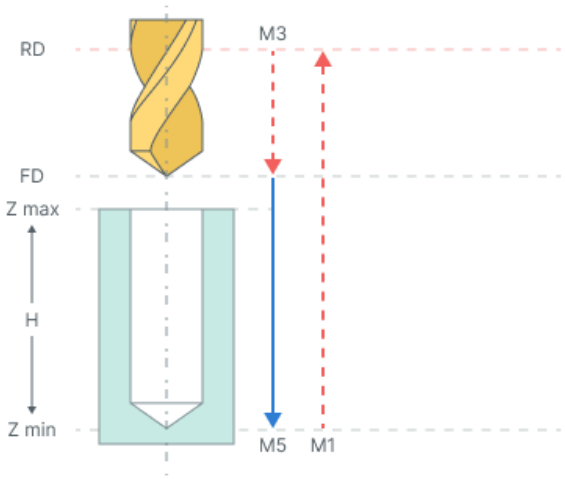


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin.**
4) **Остановка шпинделя M5**
Имеет дополнительную опцию **Ориентированный отвод инструмента**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Расточка тип 7. Цикл растачивания выполняет подвод инструмента к центру отверстия, растачивание отверстия с остановкой на минимальном уровне и ручной отвод на уровень быстрого расстояния (RD).

Нажмите здесь для раскрытия...

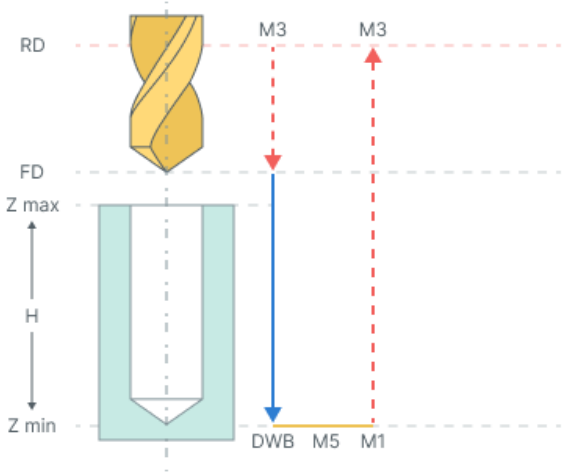


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin.**
4) **Остановка шпинделя M5**
5) **M1** -ожидание оператора
Имеет дополнительную опцию **Ориентированный отвод инструмента**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Расточка тип 8. Тип цикла сверления сверлит отверстия с быстрым подводом к безопасному уровню, задержкой на уровне дна отверстия, остановкой шпинделя и ручным отводом на уровень безопасной плоскости.

Нажмите здесь для раскрытия...



Цикл состоит из:

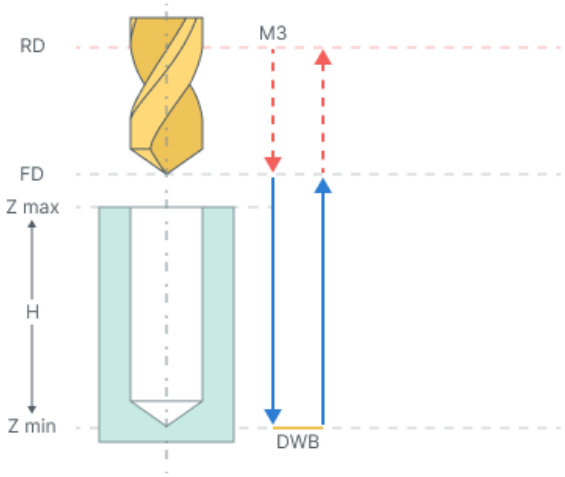
1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin.**
4) **Остановка шпинделя M5**
5) **Задержка внизу (DWB)**
6) **M1** -ожидание оператора
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Расточка тип 9. Тип цикла растачивания растачивает отверстия с быстрым подводом к безопасному уровню, задержкой на уровне дна отверстия, остановкой шпинделя и ручным отводом на уровень безопасной плоскости.

Нажмите здесь для раскрытия...

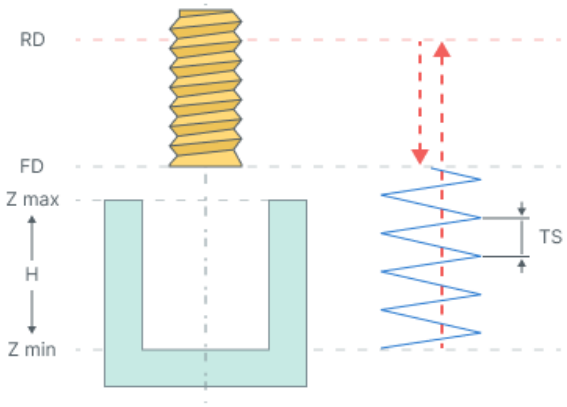


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin.**
4) **Задержка внизу (DWB)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

По спирали (резьбофрезерование). Цикл резьбофрезерования используется для обработки наружной или внутренней резьбы или для обработки отверстия по спирали. Спиральная обработка используется тогда, когда диаметр отверстия больше диаметра инструмента. Инструмент вращается вокруг оси отверстия и одновременно перемещается вдоль оси. Диаметр спирали выбирается в зависимости от отверстия и размеров инструмента. Обработку можно выполнять за несколько проходов для фрезерования отверстий нужного диаметра.

Нажмите здесь для раскрытия...

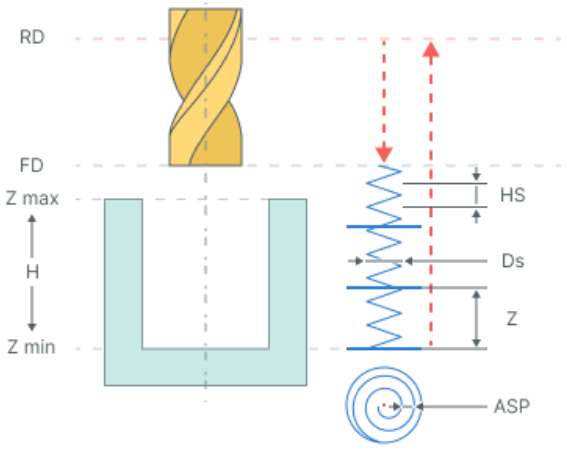


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Шаг резьбы (TS)**
4) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin.**
4) **Задержка внизу (DWB)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Выборка отверстий. Цикл используется для обработки отверстий, диаметр которых превышает диаметр инструмента. Карманы выполняются послойно. Инструмент врезается по спирали в каждый слой, а затем расширяет отверстие до нужного диаметра, перемещаясь по спирали Архимеда с чистовым проходом по окружности. Спираль Архимеда аппроксимируется дугами окружностей.

Нажмите здесь для раскрытия...



Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.

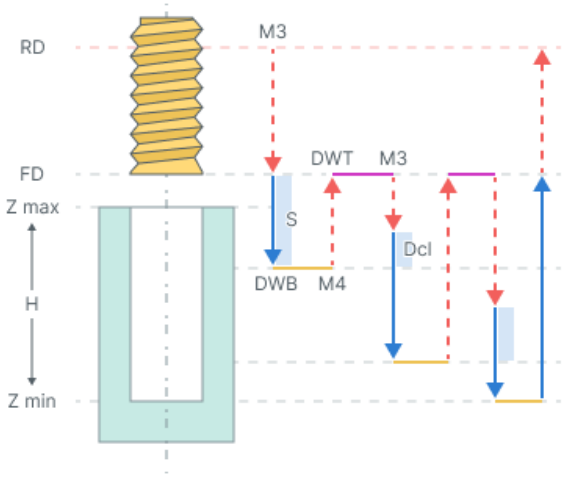
© 2025 ООО СПРУТ Технология

2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) Глубина спирали **Глубина резания (Z)**
4) **Диаметр спирали (Ds)**
5) **Шаг спирали (HS)**
6) Архимедова спираль с **Шаг спирали Архимеда (ASP)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

-

Нарезание резьбы с удалением стружки.

Нажмите здесь для раскрытия...

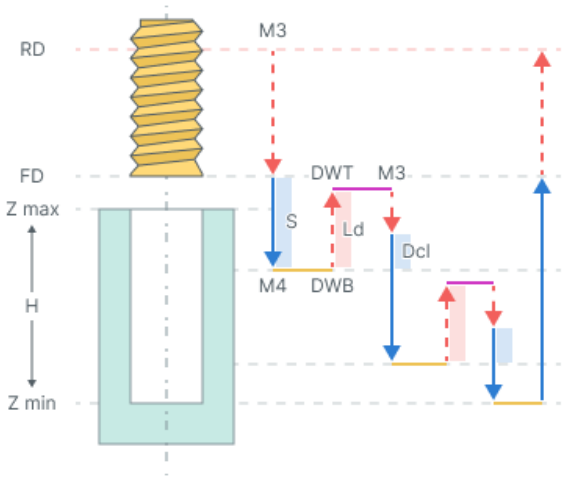


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Шаг резьбы (S)**
4) **Реверс шпинделя M4**
5) **Задержка внизу (DWB)**
6) **Задержка наверху (DWT)**
7) **Недоход (Dcl)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Нарезание резьбы с ломкой стружки.

Нажмите здесь для раскрытия...

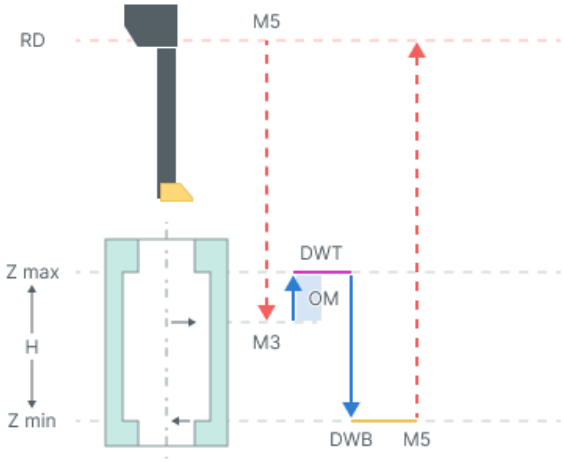


Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) Уровня **Расстояния рабочей подачи (FD)**, который расположен на вкладке переходы.
3) **Шаг резьбы (S)**
4) **Реверс шпинделя M4**
5) **Отход (Ld)**
5) **Задержка внизу (DWB)**
6) **Задержка наверху (DWT)**
7) **Недоход (Dcl)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Расточка канавки. Для этой операции рекомендуется использовать параметр «Ориентированный отвод инструмента».

Нажмите здесь для раскрытия...



Цикл состоит из:

1) Уровня **Расстояния возврата (RD)** ,который расположен на вкладке переходы.
2) **Длина обратного хода(OM)**
3) **Задержка наверху (DWT)**
4) **Z min**, который расположен на вкладке Рабочее задание. Если вы хотите использовать относительные

© 2025 ООО СПРУТ Технология

значения используйте параметр H = **Zmax - Zmin.**
4) **Задержка внизу (DWB)**
5) **Остановка шпинделя (M5)**
Дополнительную информацию можно получить из справки (F1).

Ниже приведены параметры, которые могут отличаться от типа сверления.

Задержка наверху. Определяет задержку на верхнем уровне отверстия. (См. подсказку по **типу цикла**).

Задержка внизу. Определяет задержку на нижнем уровне отверстия. (См. подсказку по **типу цикла**).

Шаг (S). При сверлении глубоких отверстий подразумевается расстояние или приращение между последовательными проходами сверла при сверлении глубоких отверстий (См. подсказку по **типу цикла**).

Недоход (Dcl). Это значение необходимо для холостого перемещения на предыдущий уровень глубины. Инструмент не достигает предыдущего уровня резания на расстоянии, указанном в этом значении. Как только инструмент достигнет заданного значения, движение будет выполнено на рабочем ходу до следующего уровня (См. подсказку по **типу цикла**).

Отход (Ld). Значение отскока от предыдущего шага резания (См. подсказку по **типу цикла**).

Шаг спирали (HS). Определяет шаг спирали для обработки спирального отверстия или шаг резьбы в случае нарезания резьбы. (См. подсказку по **типу цикла**).

Диаметр спирали (%D инстр.) (Ds). Определяет диаметр спирали при врезании. (См. подсказку по **типу цикла**).

Шаг спирали Архимеда (%D инстр.) (ASP). Архимедова спираль с шагом спирали (ASP) на конкретном уровне продолжает обработку до тех пор, пока ось инструмента не достигнет круга с диаметром, равным диаметру отверстия, уменьшенному на диаметр инструмента (См. подсказку по **типу цикла**).

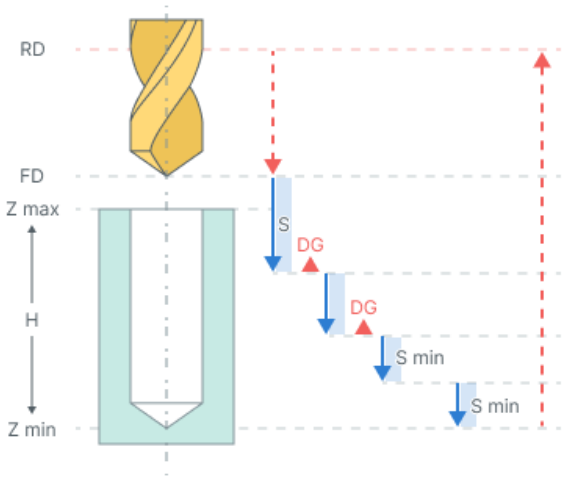
Глубина резания (Z). Определяет расстояние между горизонтальными слоями для движения с шагом спирали (ASP) (См. подсказку по **типу цикла**).

Длина обратного хода (OM) . Рабочая длина движения инструмента (См. подсказку по **типу цикла**).

Шаг резьбы (TS). Определяет шаг спирали для обработки спирального отверстия или шаг резьбы в случае нарезания резьбы. (См. подсказку по **типу цикла**).

Уменьшение (DG). Глубина каждого последующего шага уменьшается на определенное значение. Уменьшение шага происходит до тех пор, пока его значение не станет не менее **Минимальный шаг**. Дальнейшие шаги будут равны минимальному значению. (См. подсказку по **типу цикла**).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Выкл.: Шаг постоянен. Финальный шаг выполняется для доработки оставшейся глубины резания.

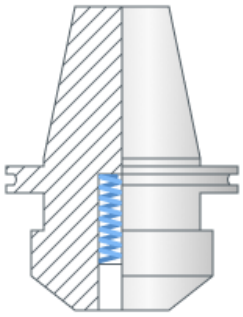
Минимальный шаг (% шага) (Smin). Минимальный шаг определяется в процентах от значения первого шага.

Шаг резьбы. Задает шаг в миллиметрах или дюймах в зависимости от текущих единиц измерения.

Угловая позиция шпинделя. Используется для многозаходной резьбы и задает начальное положение **Положение шпинделя** в градусах.

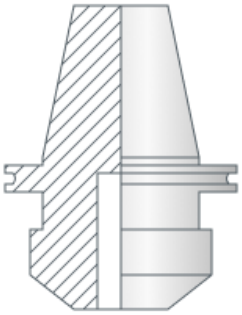
Тип патрона. Часто в системах ЧПУ для обработки материалов предлагаются различные циклы, специально настроенные для различных типов резьбовых соединений, которые можно разделить на **плавающие** или **фиксированные**.

Плавающий.

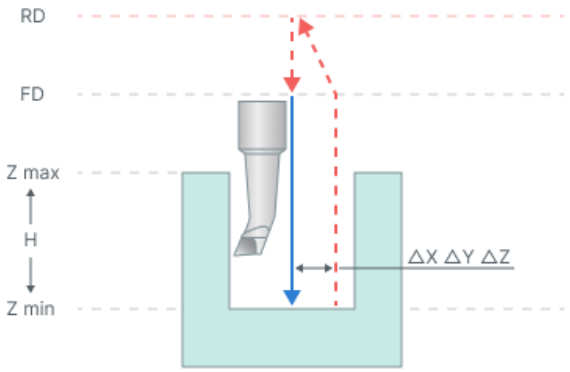


Фиксированный.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



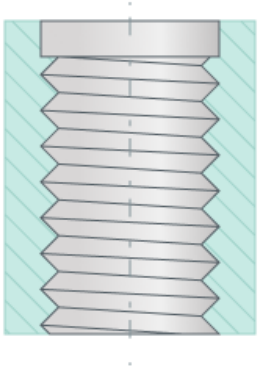
Ориентированный отвод инструмента. Ориентированный отвод инструмента позволяет производить отвод инструмента без контакта с обработанной поверхностью на обратном ходу. Для этого после достижения конечной глубины отверстия производится останов шпинделя под строго определенным углом и небольшое смещение в сторону. Затем осуществляется вывод инструмента при остановленном шпинделе.

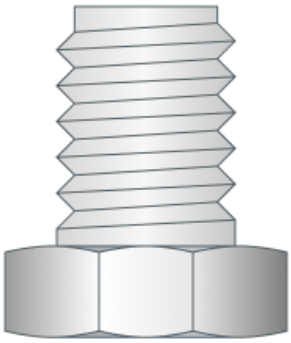


Угол ориентации шпинделя. Задает начальное положение шпинделя в градусах.

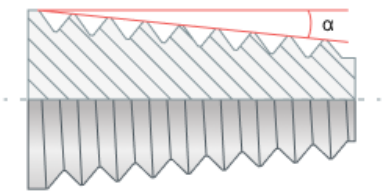
ΔX, ΔY, ΔZ - Смещение от центра отверстия (см. подсказку об **отводе ориентированного инструмента**).

Тип резьбы. Параметр указывает, является ли резьба **внешней (OD)** или **внутренней (ID)**.





Конус. Необходимо для нарезки конической резьбы. С помощью данного параметра можно установить **угол конусности.**



Режим коррекции. Аналогично группе **Вывод** в **2D-контуре**. Узнать больше(see page 823)

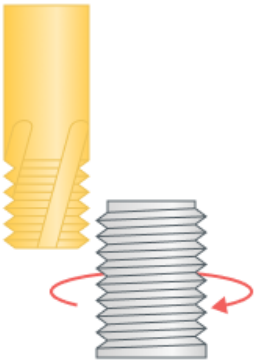
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Направление резьбы (направление спирали). Вид резьбы, **правая** или **левая**, определяется направлением резьбы. Он также может определить направление фрезерования **попутное** или **встречное**.

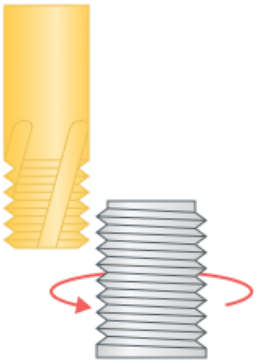
Встречное . **Используйте для Выбоки отверстия** В обработке материалов резание подразумевает стратегию, при которой инструмент двигается против движения заготовки. Узнать больше(see page 876)

Попутное. **Используйте для Выбоки отверстия** В обработке материалов резание подразумевает стратегию, при которой инструмент двигается в том же направлении ,что и заготовка . Узнать больше(see page 876)

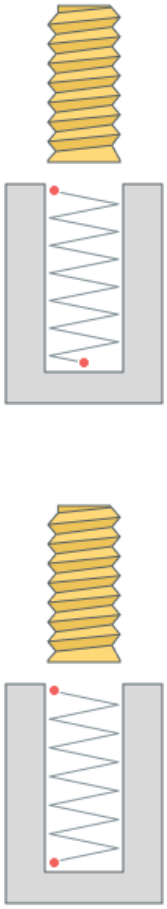
CW (Правая). Спираль завита **вправо**. Инструмент вращается по часовой стрелке, если смотреть сверху. **Используется для резьбофрезерования**



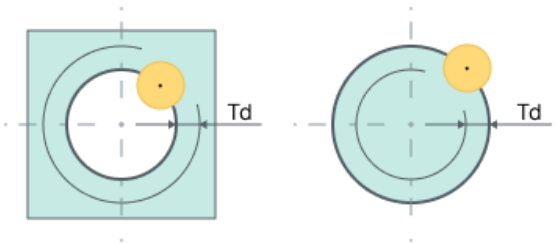
CWW(Левая). Спираль завита **влево**. Инструмент вращается против часовой стрелке, если смотреть сверху. **Используется для резьбофрезерования**



Округлить до целого. Округляет количество оборотов. Не поддерживает значение шага



Глубина резьбы (Td). Определяет расстояние между наружным и внутренним диаметрами резьбы. Во всех случаях (наружная и внутренняя резьба) диаметр, задаваемый в рабочем задании, определяет наружный (максимальный) диаметр резьбы. Внутренний диаметр определяется как разность наружного диаметра и параметра **Глубина резьбы**.



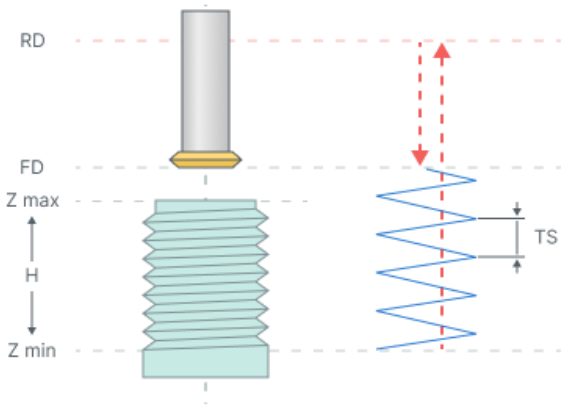
Число заходов. Число заходов для многозаходной резьбы

Траектория фрезерования резьбы. Параметр используется для определения типа траектории инструмента в зависимости от используемого

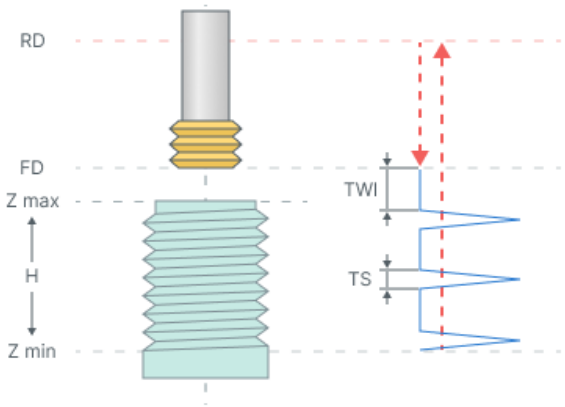
© 2025 ООО СПРУТ Технология

типа инструмента. Это может быть одно из следующих: **Непрерывная** или **С переходом вдоль оси.**

Непрерывная. Этот тип траектории используется для однорежущего инструмента, который формирует только один виток резьбы при каждом витке спирали. Геометрически траектория представляет собой непрерывную спираль.
<*TS - Шаг резьбы*>



С переходом вдоль оси. Параметр используется для определения типа траектории инструмента в зависимости от используемого типа инструмента. Это может быть одно из следующих: **Непрерывная** или **С переходом вдоль оси.**

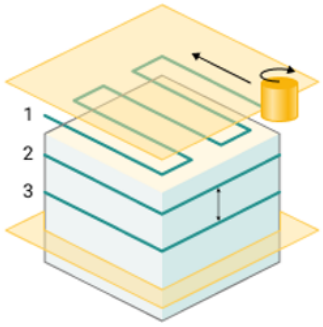


Количество оборотов. Количество заходов.

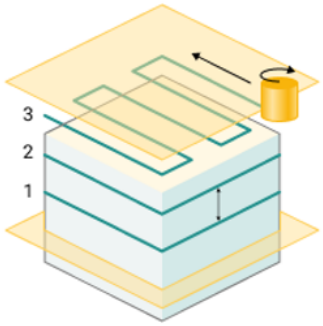
Рабочая длина инструмента (TWL). Он определяет длину переходов между соседними витками спирали. Это значение должно быть рассчитано как шаг резьбы, умноженный на количество витков, которые может создать инструмент за один виток спирали (см. подсказку **С переходом вдоль оси**).

Последовательность обработки.

Сверху-вниз. Обработка производится сверху вниз.



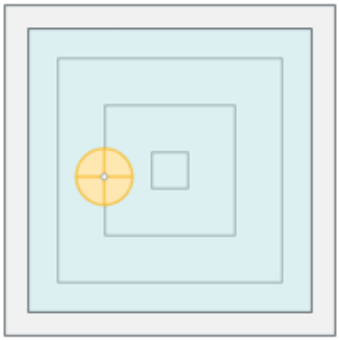
Снизу-вверх. Обработка ведется снизу вверх.

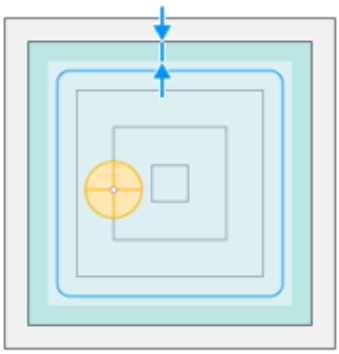


Черновые проходы . Траектория инструмента смещается в плоскости на величину толщины **Черновых проходов**.

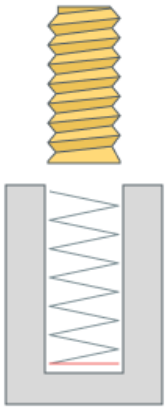
Чистовой ход. Контур становится чистовым. К нему добавляется дополнительный черновой проход на расстоянии, указанном в параметре.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Завершающий проход по окружности. Добавляет круговой проход в нижней части отверстия.

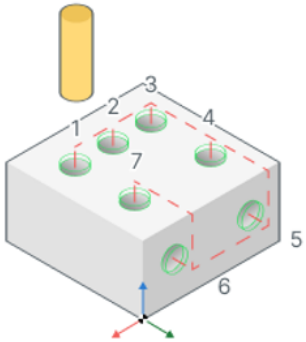


Порядок обработки отверстий.

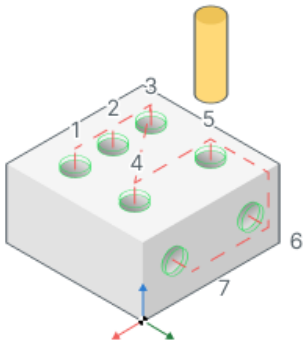
Система оптимизирует порядок обработки внутри групп отверстий, лежащих в одной плоскости

Нажмите здесь для раскрытия...

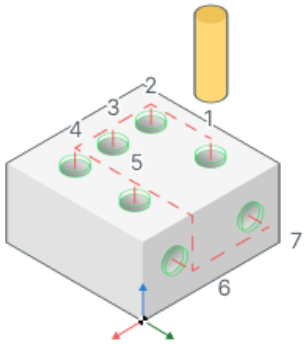
Оптимально. Система минимизирует продолжительность холостых движений.



По списку. Порядок обработки отверстий зависит от порядка в списке **Рабочее задание**



Группировать отверстия с одинаковой плоскостью. Система оптимизирует порядок обработки внутри групп отверстий, лежащих в одной плоскости.



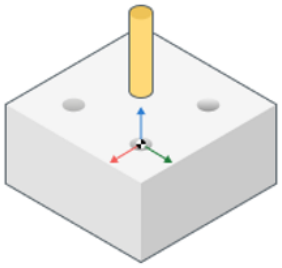
© 2025 ООО СПРУТ Технология

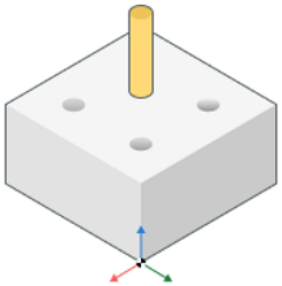
Использовать систему координат отверстий.

Нажмите здесь для раскрытия...

Вкл.: Позволяет включить использование локальных систем координат для обработки каждого отверстия. После позиционирования на безопасном уровне над отверстием будет сгенерирована локальная система координат (команда переноса ЛСК – Origin) с началом на верхнем уровне отверстия и осью Z, совпадающей с осью отверстия. При переходе к следующему отверстию генерируется ЛСК для нового отверстия и т.д. Таким образом, циклы обработки отверстия всегда получаются в плоскости XY локальной системы координат, что поддерживается большинством стоек ЧПУ.

Выкл.: Все отверстия обрабатываются в общей системе координат операции.





Формат УП

Определяет способ вывода операции сверления

Нажмите здесь для раскрытия...

Развернутый. В CLData будут использоваться только простые команды ЧПУ, такие как ISO G0, G1.

Цикл. Стандартные циклы, такие как ISO G81, будут использоваться в сгенерированных CLData.

Формат цикла. Для совместимости со старыми версиями постпроцессоров.

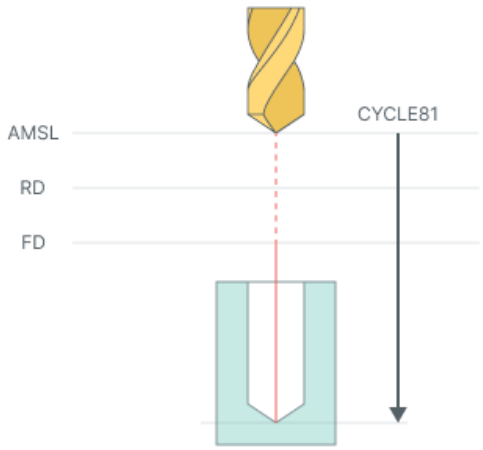
По умолчанию (как указано в окне Установок системы). Будет использован формат цикла, который указан в окне системных установок. По умолчанию параметр в окне системных установок имеет значение EXTCYCLE.

EXTCYCLE (рекомендуется). Будет использован новый формат цикла EXTCYCLE. Данный цикл отличается расширенным набором параметров, включает все стратегии обработки, которые реализованы в системе, а также позволяет реалистично моделировать перемещения инструмента согласно выбранной стратегии.

CYCLE (для старых постпроцессоров).Будет использован старый формат цикла CYCLE. Данный цикл не может быть использован для некоторых стратегий имеющихся в системе (например, выборки отверстия и обработки по спирали). Цикл моделирует любую стратегию обработки только как простое опускание до нижнего уровня отверстия. Данный формат необходим для совместимости с постпроцессорами старых версий, в которых не реализована подпрограмма обработки для технологической команды EXTCYCLE.

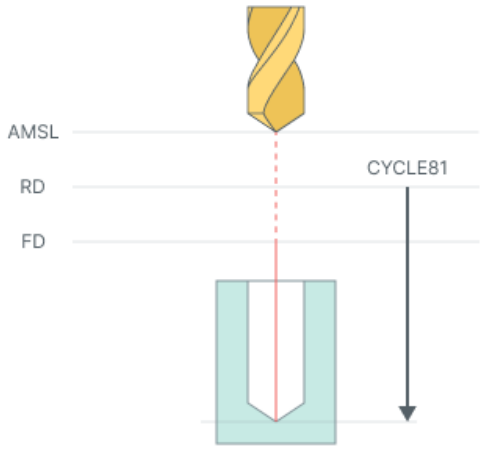
Начинать циклы на уровне безоп. перемещ. по воздуху. Option defines the position at which the each cycle toolpath will start.

Вкл: Первая точка цикла находится на уровне безопасного перемещения по воздуху (**Вкладка Переходы**), зависящем от верхнего уровня детали или начала системы координат. Это может помочь сократить количество промежуточных точек связи, когда требуется режим вывода циклов для каждого следующего движения (без лишних команд отключения цикла G80).



Выкл: Первая точка цикла расположена на **Расстояния возврата** перемещения от верхнего уровня отверстия.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



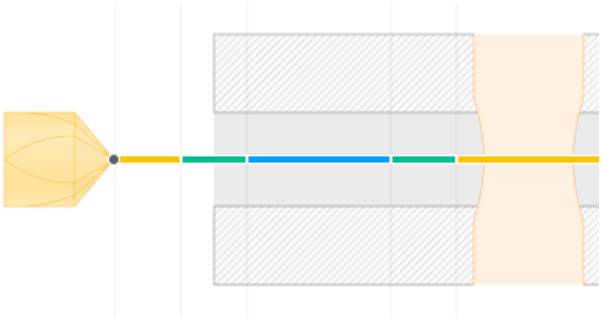
По умолчанию. Цикл.

Оптимизация подачи в перекрестных отверстиях.

Программирование снижения скорости подачи в перекрестных отверстиях **(работает только с формат УП — Развернутый)**

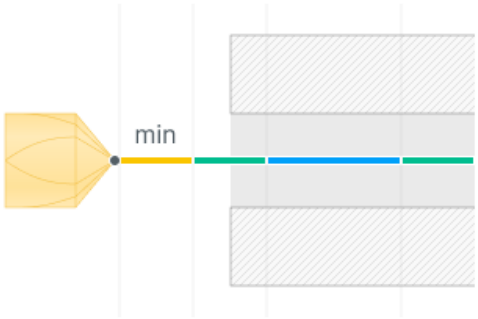
Нажмите здесь для раскрытия...



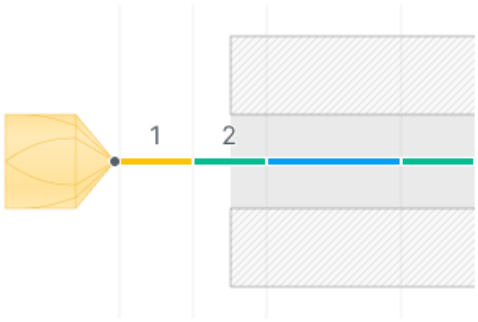


Синий — рабочая подача
Жёлтый — минимальная подача
Зелёный — средняя подача

Мин. подача. Минимально допустимая подача, до которой снижается скорость при входе в зону резания отверстия и выходе.

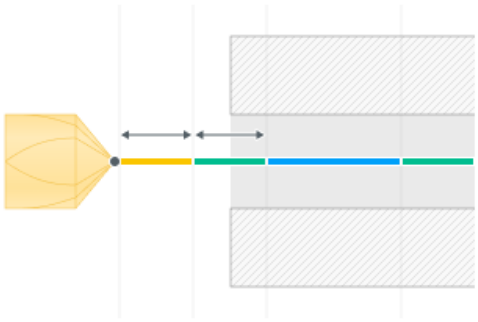


Количество шагов. Количество шагов при входе в зону резания отверстия и выходе.

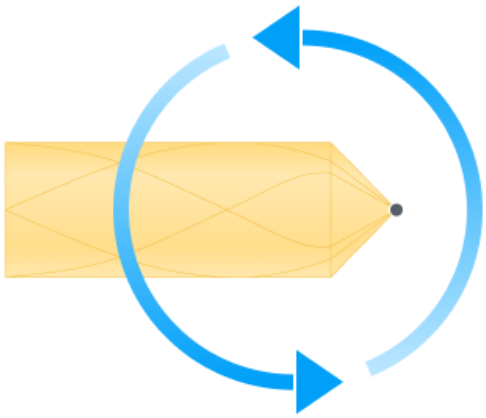


Длина шага. Длина шага.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



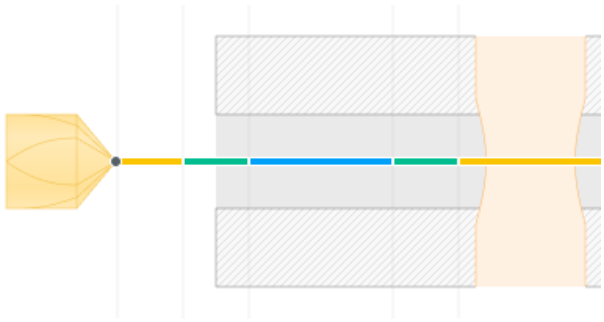
Уменьшение скорости вращения шпинделя. Уменьшение скорости вращения шпинделя уменьшает частоту и интенсивность этих вибраций, что снижает нагрузку на режущие кромки сверла при входе в зону резания отверстия и выходе.

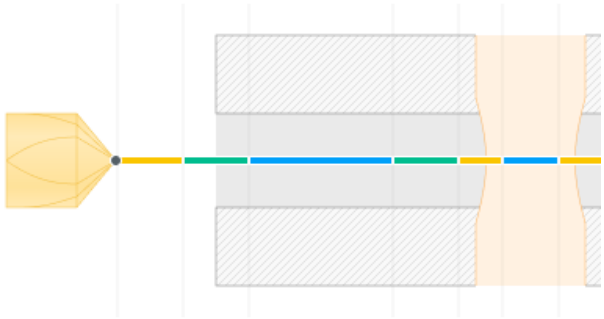


Всегда завершать обработку с пониженной подачей. Если траектория заканчивается на рабочей подаче (а не на минимальной), то добавляются шаги для снижения подачи до минимальной (траектория удлиняется).

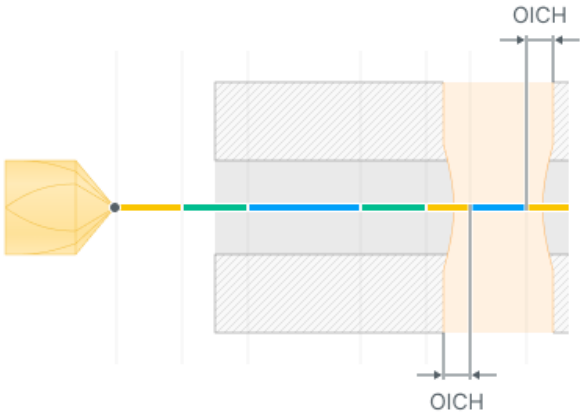
Подача в перекрестных. Этот параметр позволяет настраивать индивидуальную скорость подачи при обработке в перекрестных отверстиях.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





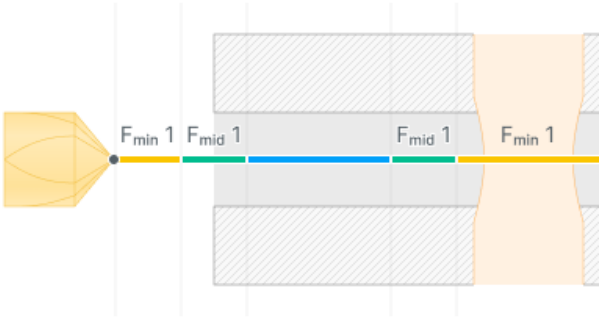
Смещение внутри перекрестного отверстия. Позволяет увеличить расстояние в перекрестном отверстии от стенок перекрестного отверстия.

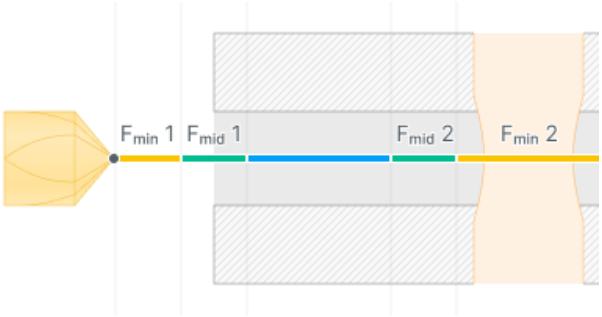


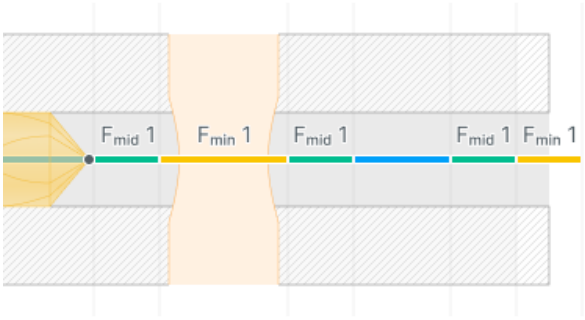
OICH - Смещение внутри перекрестного отверстия

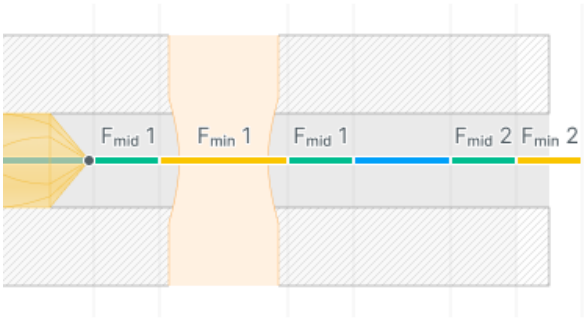
Специальная подача на входе/выходе из детали. Позволяет задать отдельную подачу/скорость шпинделя для входа/выхода из детали.

© 2025 ООО СПРУТ Технология


Fmin 1
Fmid 1
Fmid 1
Fmin 1

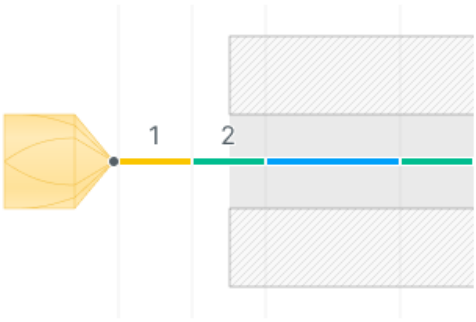

Fmin 1
Fmid 1
Fmid 2
Fmin 2

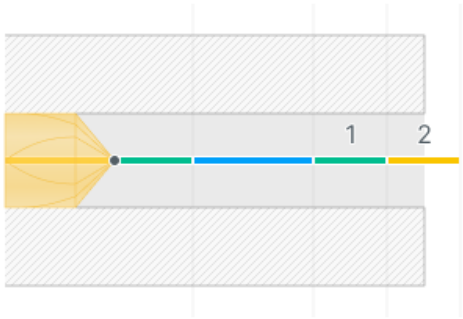




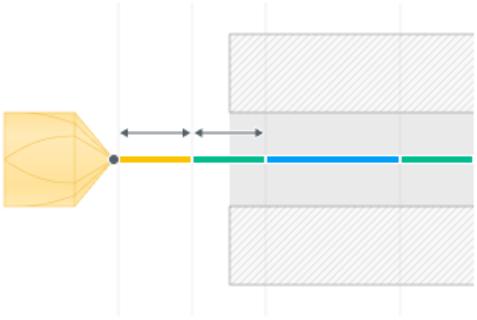
Количество шагов. Количество шагов при врезании в деталь/по завершении обработки отверстия и выхода из детали.

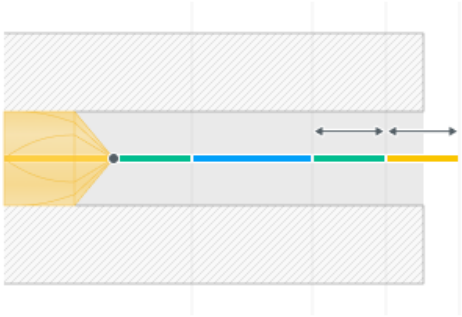
© 2025 ООО СПРУТ Технология



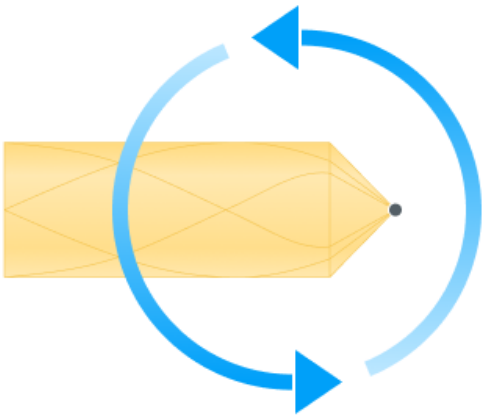


Длина шага. Длина шага.





Уменьшение скорости вращения шпинделя. Уменьшение скорости вращения шпинделя уменьшает частоту и интенсивность этих вибраций, что снижает нагрузку на режущие кромки сверла при врезании в деталь/по завершении обработки отверстия и выхода из детали



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 622).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах **Переходов.** Узнать больше(see page 657).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операций, позволяющих выполнить преобразование координат для рассчитываемой в процессе работы траектории движения инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

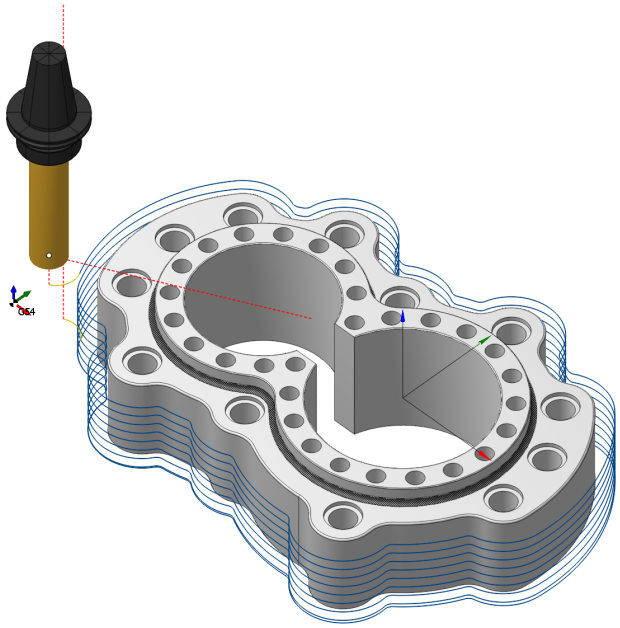
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.2.2 2D Контур



Область применения:

Эта операция предназначена для обработки вдоль горизонтальных контуров или проекций кривых на горизонтальной плоскости, цилиндре или теле вращения. Также возможна обработка с использованием цилиндрической и полярной интерполяции. Опция "Проекция на деталь" позволяет создавать сложные пятиосевые траектории инструмента, при изменении ориентации инструмента. Совместное использование операции с параметром "Точка контакта инструмента" позволяет легко создавать фаски на деталях. Список процессов операции может включать несколько контуров и проекций кривых. Каждый объект может иметь собственный метод обработки: либо центр инструмента проходит вдоль контура, либо касается его левой или правой стороной. Если контур обрабатывается справа или слева, то для него можно определить дополнительный припуск. Если центр фрезы следует по контуру, то значение припуска будет

© 2025 ООО СПРУТ Технология

проигнорировано, так как невозможно точно определить, с какой стороны следует оставить дополнительный припуск.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Базовая поверхность. Это поверхность на которой строится траектория согласно спроецированной на эту поверхность кривой. Узнать больше.(see page 500)

Кривая. Обработка детали вдоль кривой**.** Узнать больше(see page 511)

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Добавить перемычки. Добавляет перемычки по контуру. Узнать больше(see page 542)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

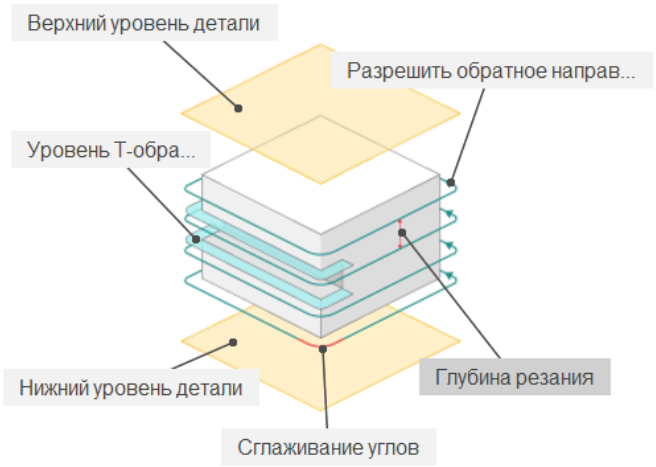
Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Глубина резания.

Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним уровнями**. По умолчанию равен % диаметра режущего инструмента.

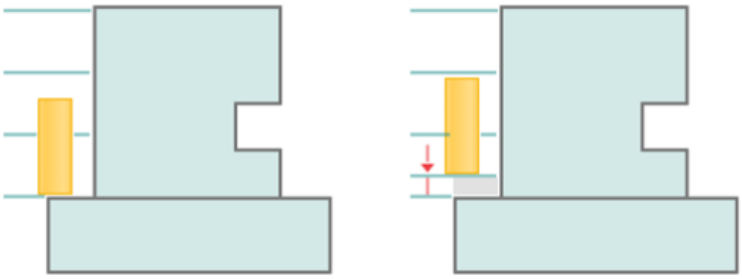
Нажмите здесь для раскрытия...



Верхний уровень детали. Верхний уровень обработки можно установить динамически или по размерам. Значение по умолчанию основано на уровне заготовки.

Нижний уровень детали. Нижний уровень для обработки можно установить динамически или по размерам. Значение по умолчанию основано на уровне заготовки.

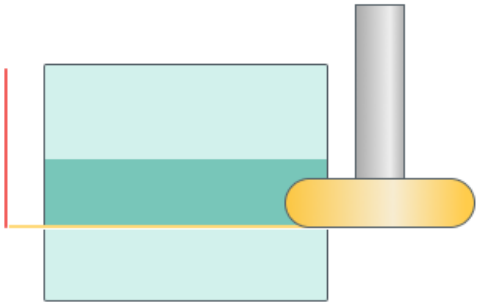
Чистовой проход по Z. Функция добавляет дополнительный проход перед нижним уровнем на расстоянии, указанном в параметре.

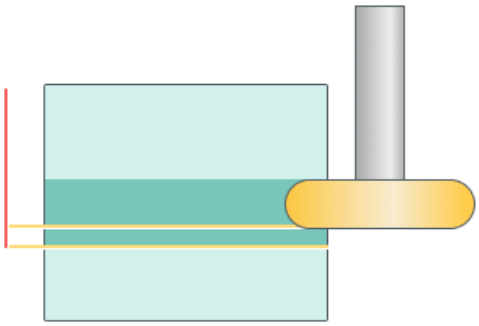


Уровень Т-образного паза. Предназначен для инструментов поднутрения.

Первый (верхний) проход выполняется на расстоянии высоты фрезы инструмента от верхнего уровня.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



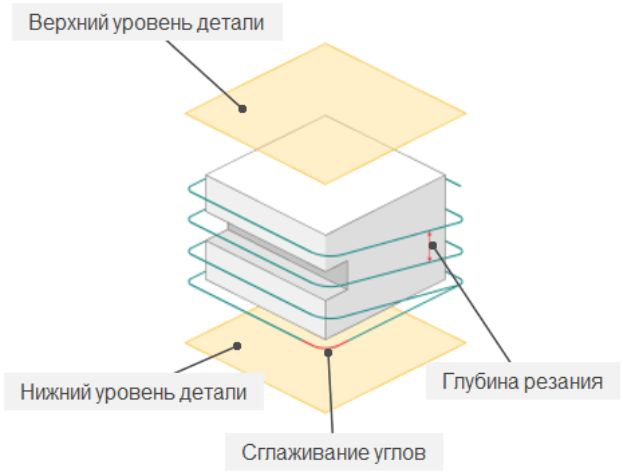


Если толщина нашего инструмента превышает расстояние между верхним и нижним уровнями, возникнет ошибка: "Размер инструмента больше размеров Т-образного паза". При включении этой опции важно осуществить проверку данного условия.

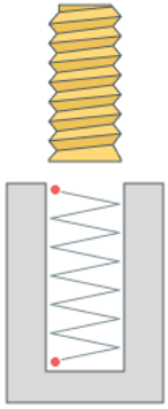
Обработка по спирали.

Обработка контура винтовым движением.

Нажмите здесь для раскрытия...

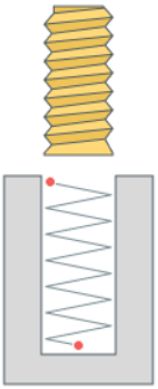


Подгонять шаг. Вкл.: При выключенном - соблюдает шаг, при включенном (по умолчанию) - меняет шаг чтобы количество оборотов было целым. Если удается округлить до меньшего, либо большего значения количества оборотов с условием что шаг изменится меньше чем на **Макс. отклонение шага** %, то делает шаг равномерным на данное количество оборотов. Если же шаг будет отличаться больше допустимого отклонения, то большую часть оборотов делает с заданным пользователем исходным шагом, а первый оборот делает с таким шагом какой остался до завершения полного оборота.



Выкл.: поддерживает шаг.

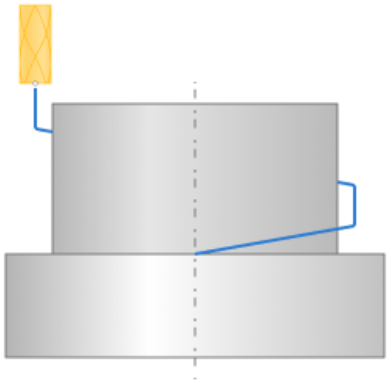
© 2025 ООО СПРУТ Технология

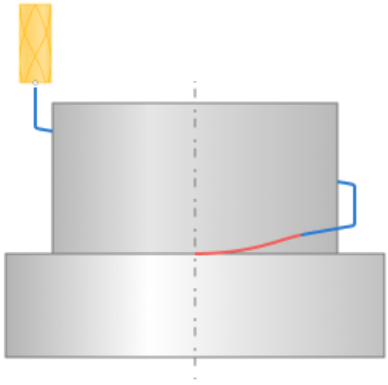


Макс. отклонение шага. Допустимое отклонение шага при включенном параметре **Подгонять шаг**. По умолчанию установлено 10%.

Чистовой проход. В конце обработки по спирали добавляется финальный проход на всю глубину, чтобы удалить оставшиеся следы.

Сглаживание по радиусу. При выборе винтовой обработки переход создается в области пересечения наклона спирали с плоской областью.

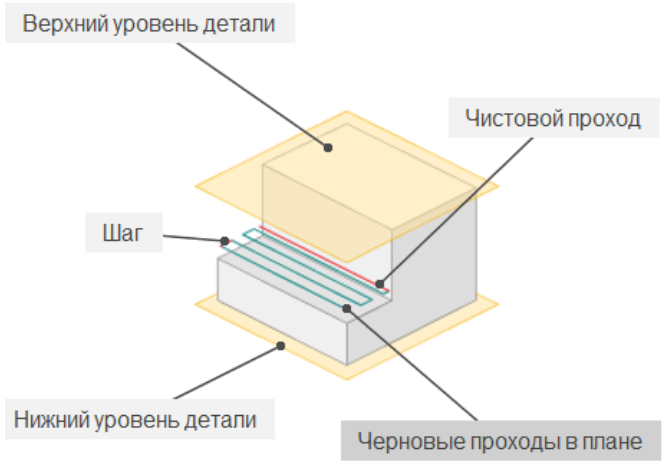




Черновые проходы в плане.

Траектория инструмента смещается в плоскости на величину толщины «Черновых проходов в плане». Дополнительные проходы добавляются в контур по указанному в параметрах значению с указанным количеством шагов.

Нажмите здесь для раскрытия...



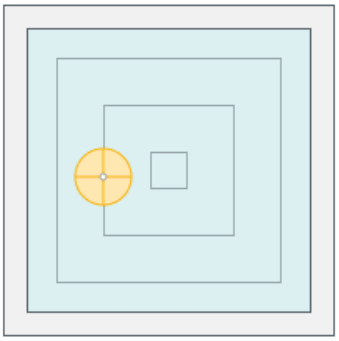
Шаг. Шаг между черновыми проходами.

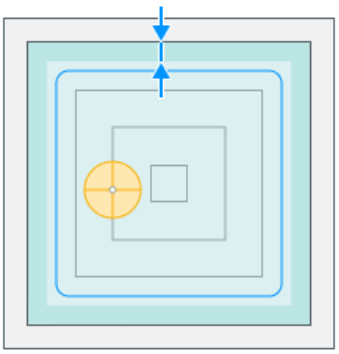
Чистовой проход.

Контур, указанный в **Рабочем задании**, становится чистовым. К нему добавляется дополнительный черновой проход на расстоянии, указанном в параметре.

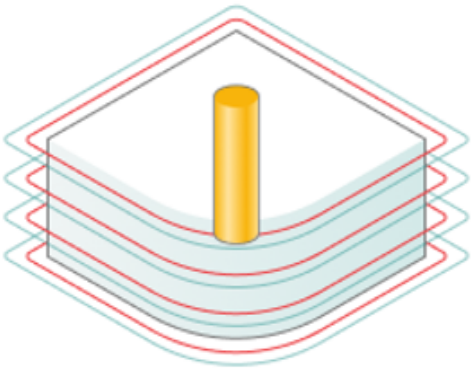
Нажмите здесь для раскрытия...

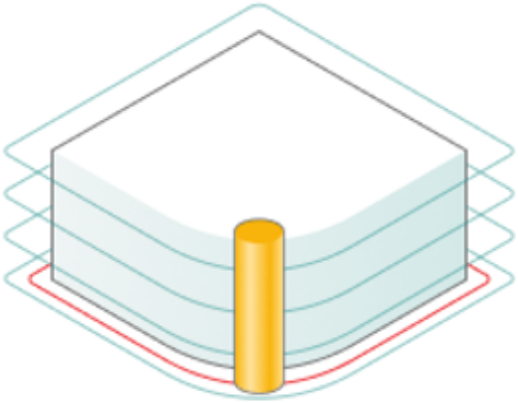
© 2025 ООО СПРУТ Технология





Только на нижнем уровне. Чистовой проход применяется только на конечной глубине резания.



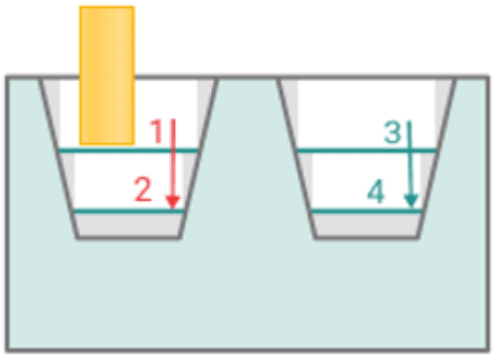


Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

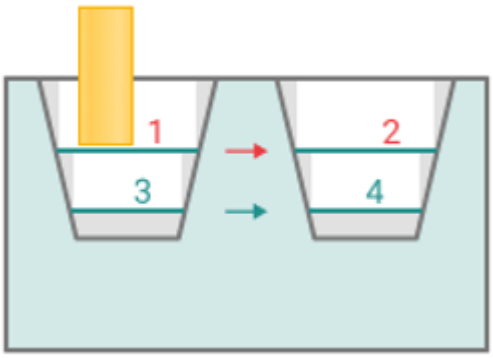
Нажмите здесь для раскрытия...

По колодцам. Сначала обрабатываются все уровни первого профиля. После этого обрабатываются все уровни следующего профиля.



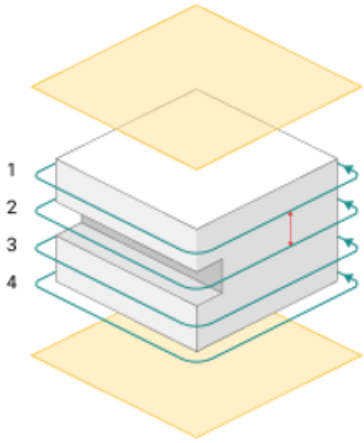
© 2025 ООО СПРУТ Технология

По слоям. Вначале обрабатывается первый слой всех профилей. После этого обрабатывается следующий слой.

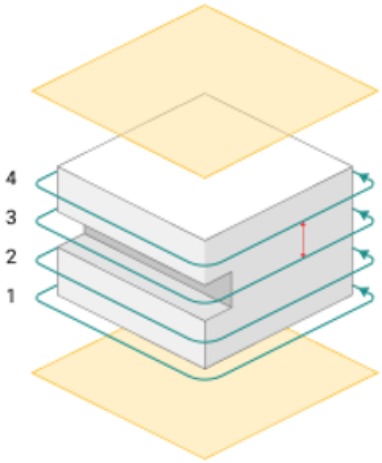


Направление обработки. Определяет, с чего начать обработку.

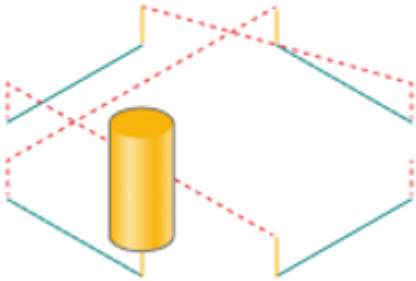
Сверху вниз.

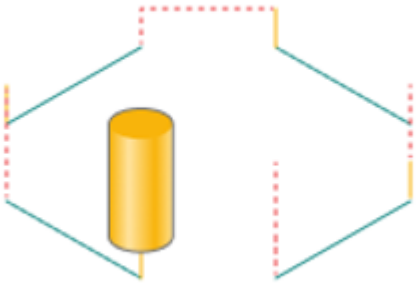


Снизу вверх.

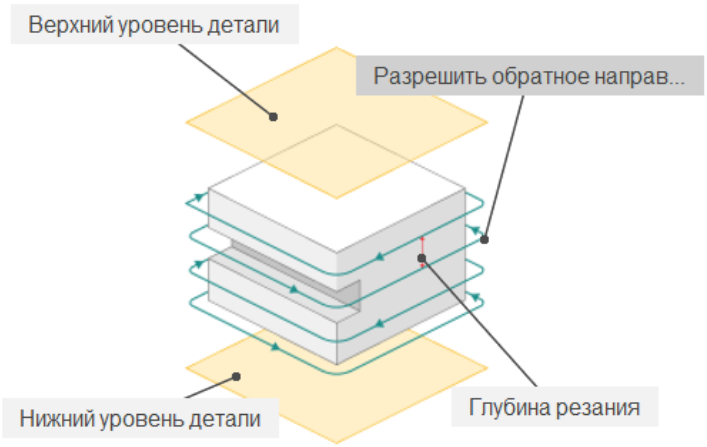


Минимизация холостых ходов. Порядок обработки профилей отсортирован так, чтобы минимизировать холостые движения.





Разрешить обратное направление. Направление обработки (попутное/встречное) чередуется на каждом уровне.



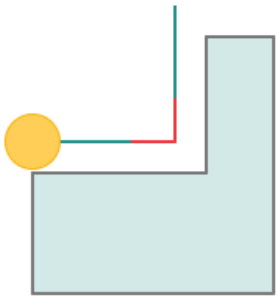
Сглаживание углов.

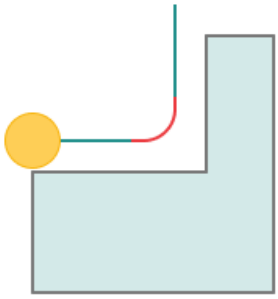
При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели.

Нажмите здесь для раскрытия...

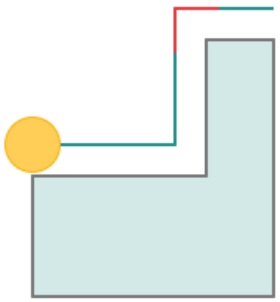
© 2025 ООО СПРУТ Технология

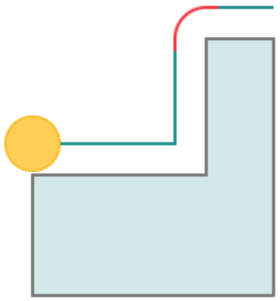
Внутренние углы. Обкатка внутреннего угла до значения, введенного в параметре.





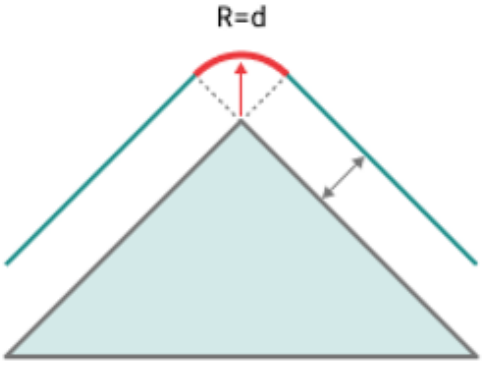
Внешние углы. Обкатка внешнего угла до значения, введенного в параметре.





Тип обката углов.

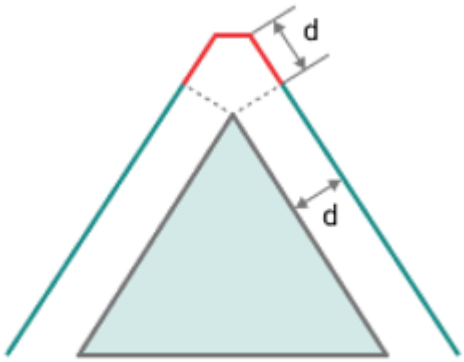
По дуге. При обкатке по дуге в траекторию инструмента будет вставлена дуга, радиус которой равен значению смещения.



По касательной. В касательном режиме для прохождения угла используются линейные перемещения. Траектория инструмента до и после угла увеличивается на длину смещения. Если расширенный

© 2025 ООО СПРУТ Технология

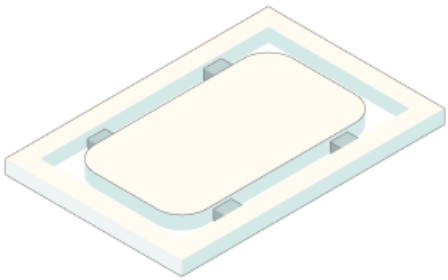
путь пересекается, он усекается до точки пересечения, в противном случае создается перемещение соединения.



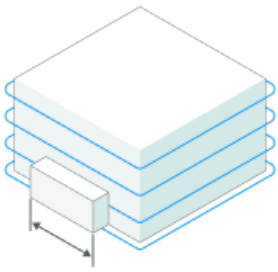
Перемычки.

Перемычки нужны для удержания детали или фрагментов заготовки от выпадения на конечном этапе обработки, что может привести к поломке инструмента или получению бракованных деталей.

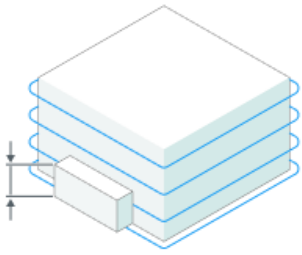
Нажмите здесь для раскрытия...



Длина перемычки по умолчанию. Задает значения размеров перемычек по умолчанию.

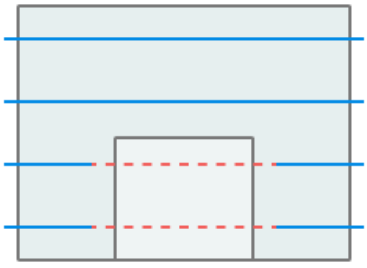


Высота перемычки по умолчанию. Задает значения размеров перемычек по умолчанию.



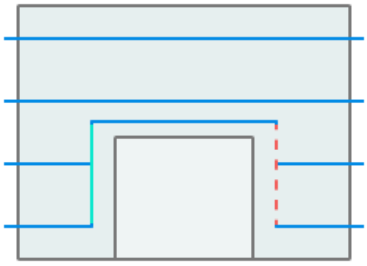
Подъем. Метод подъема на верхний уровень перемычки.

Выкл. Подъема нет, движение выполняется **на холостом ходу**. Движение выполняется до конца перемычки прямо на текущем уровне.



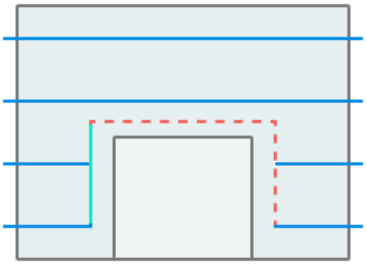
Вертикально на хол. ходу. Подъем происходит на ускоренно подаче вертикально.

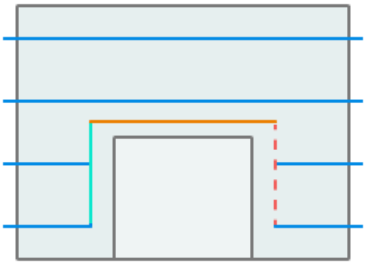
© 2025 ООО СПРУТ Технология

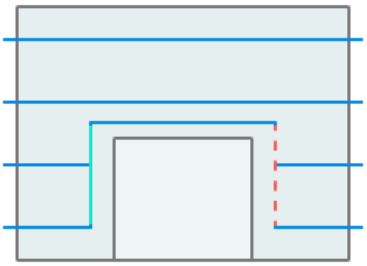


По перемычке. Метод горизонтального перемещения по перемычке. Может быть на холостом ходу, на рабочей ускоренной подаче или на рабочей подаче.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

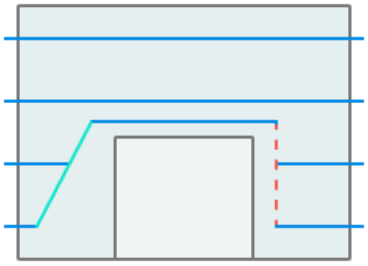






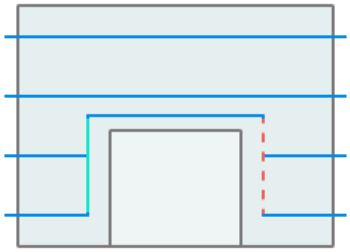
Опускание. Опускание на подачи **Врезания**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

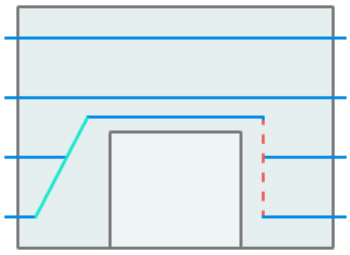


Нажмите здесь для раскрытия...

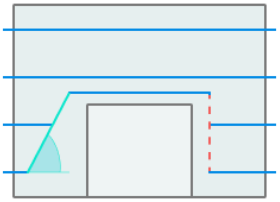
Вертикальное врезание. Опускание происходит на подаче **Врезания** вертикально..



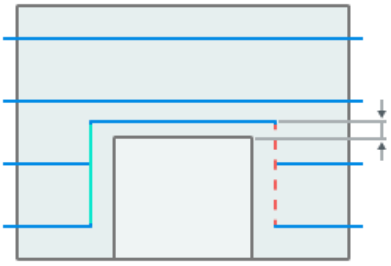
Врезания под углом. Опускание происходит на подаче **Врезания** под углом.



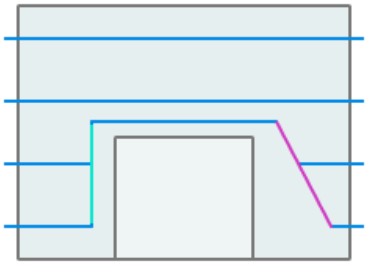
Угол врезания. Опускание происходит на подаче **Врезания** под углом.



Зазор над перемычками. Высота зазора от высоты отвода до уровня, на котором будет располагаться обходной путь через перемычку.

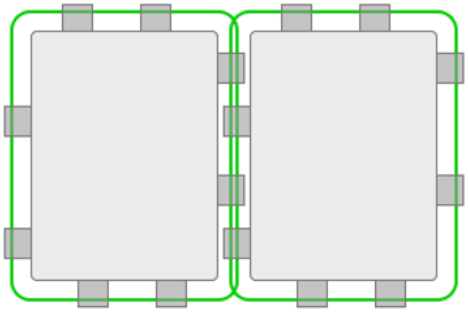


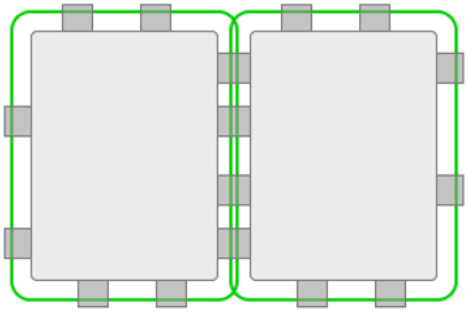
Возврат по углу. Подъем происходит на **подачи Возврата под углом**.



Объед. перемычек соседних кривых. Параметр удаляет у соседних контуров влияющие на этот контур перемычки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



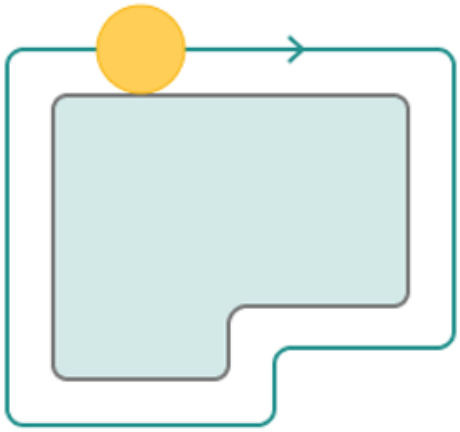


Вывод.

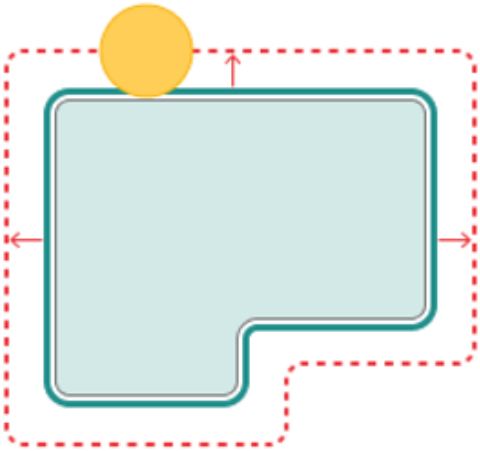
Нажмите здесь для раскрытия...

Использование коррекции на радиус

Компьютер. Рассчитывается смещение траектории инструмента на радиус фрезы. В траекторию инструмента не включены команды компенсации радиуса фрезы.

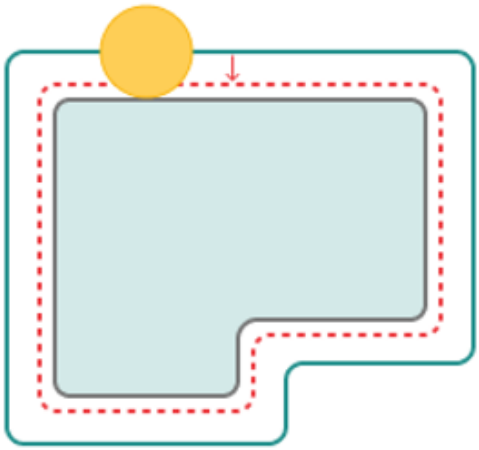


Стойка. Рассчитывается осевая траектория инструмента. Команды компенсации радиуса фрезы (например, G40/G41/G42) включены в траекторию инструмента. В этом случае система не может проверять зарезы и т. д., поэтому на стойке ЧПУ могут появиться сообщения об ошибках, если есть зарезы, например. радиус инструмента больше радиуса детали.

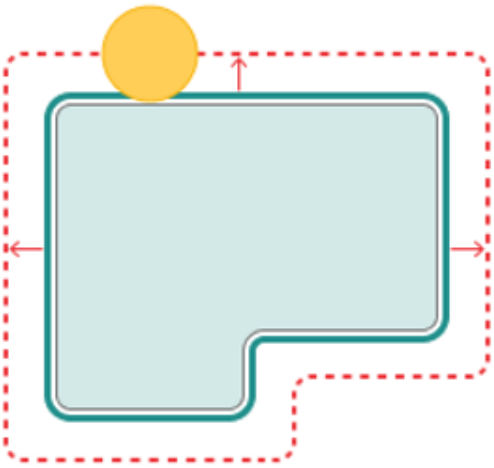


Износ. Рассчитывается смещение траектории инструмента на радиус фрезы. Команды компенсации радиуса фрезы (G40/G41/G42) также включены в траекторию инструмента. Фреза перемещается ближе к детали на величину износа, введенную в стойке ЧПУ. Величина «износа» представляет собой разницу между «номинальным» и «изношеным размером» фрезы. В CAM системе траектория визуально не меняется.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Обратный износ. Рассчитывается смещение траектории инструмента на радиус фрезы. Команды компенсации радиуса фрезы (G40/G41/G42) также включены в траекторию инструмента. Фреза отодвигается от детали на величину износа, введенную в стойку ЧПУ. Величина «износа» — это разница между «номинальным» и «завышенным размером» фрезы. В CAM системе траектория визуально не меняется.



Радиус коррекции. Это значение используется симулятором для моделирования траектории смещения инструмента. Это значение не влияет на рассчитанную траекторию инструмента.

Преобразования.

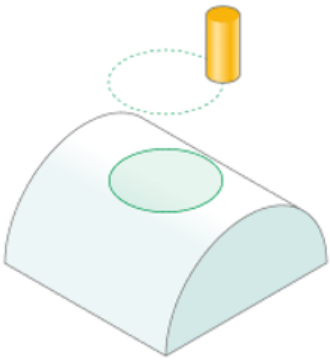
Опции для преобразования траектории инструмента.

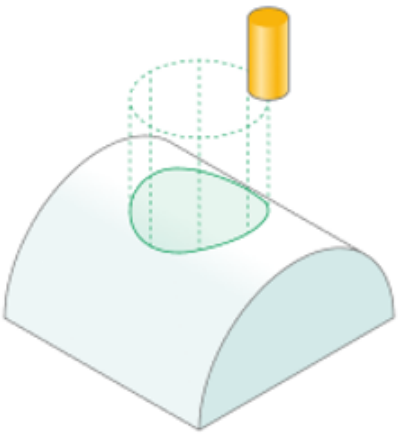
Нажмите здесь для раскрытия...

Проецировать траекторию на деталь. Если включено : Траектория инструмента проецируется на модель детали. Значения «Верхний уровень» и «Нижний уровень» являются добавочными. Если значение «Нижний уровень» установлено на 0, инструмент будет повторять трехмерную форму детали. Если

значение «Нижний уровень» установлено на -1, инструмент будет врезаться в форму 3D-детали на глубину 1.

Если выключено: Траектория инструмента не проецируется на деталь. Используются (абсолютные) значения «Верхний уровень» и «Нижний уровень».





Ориентация оси инструмента. Различные способы ориентации инструмента.

Фиксированный. Обработка ведется по 3 осям.

По нормали к поверхности 4D. Обработка ведется по **4 осям**. Ось детали должна быть расположена вдоль **глобальной оси X.** Работает с **Проецировать траекторию на деталь.**

По нормали к поверхности 5D. Процесс обработки может осуществляться с применением 4 или 5 осей. Работает с **Проецировать траекторию на деталь.**

По нормали к базовой поверхности. Обработка ведется по 3 осям. Вам необходимо указать **Базовую**

© 2025 ООО СПРУТ Технология

поверхность на вкладке **Рабочее задание.** Отличается от фиксированного тем, что 3-я ось может быть поворотной.

По умолчанию. Равно **По нормали к базовой поверхности.**

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 617).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи.

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов. Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

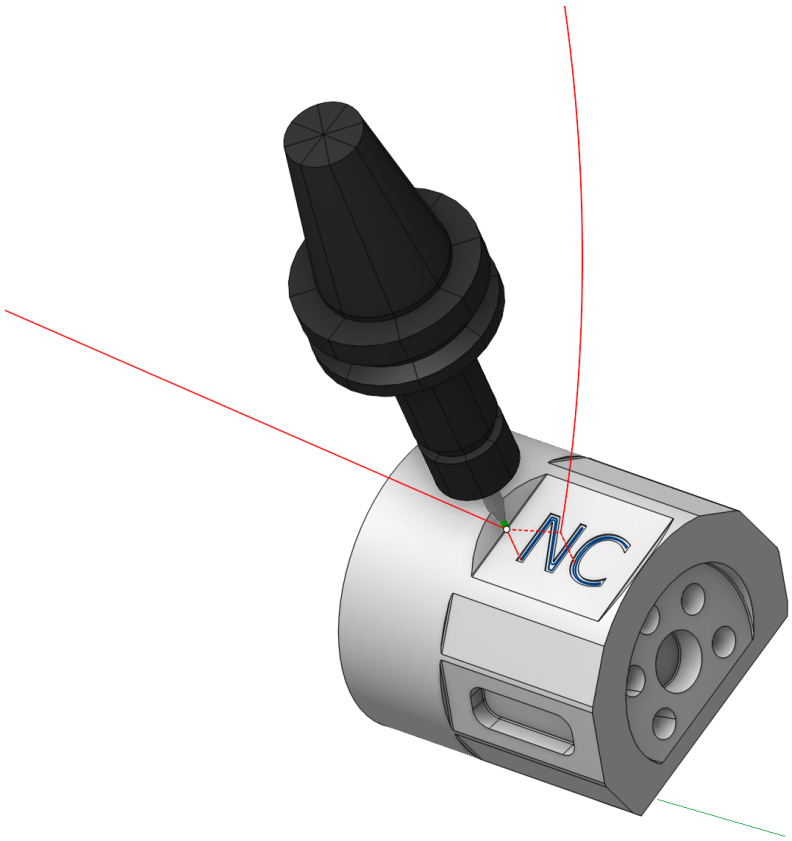
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.2.3 Гравировальная операция



Область применения:

Данная операция предназначена для гравировки рисунков и надписей на ровных участках, а также для выполнения чистового прохода по боковым стенкам карманов и контуров с использованием обработки 2/2,5D.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Базовая поверхность. Эта поверхность служит для проецирования на нее траектории**.** Узнать больше(see page 500)

Добавить выступ. Позволяет добавить выступ. Узнать больше(see page 544)

Добавить карман. Позволяет добавить карман. Узнать больше(see page 544)

Добавить инверсию. Обозначает закрытую область, внутри которой правила обработки будут обратными, т.е. обработанные области станут необработанными и наоборот. Узнать больше(see page 544)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

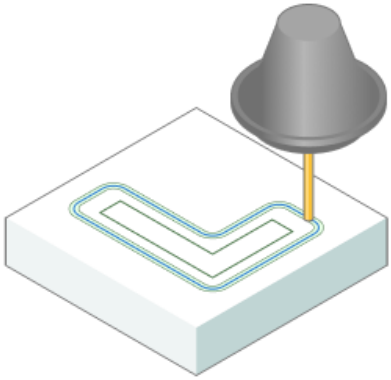
Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

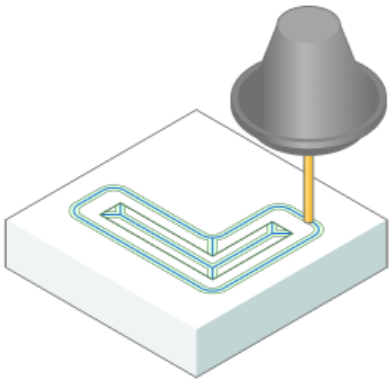
Стратегия:

Гравировка.

Добавляет к траектории дополнительные проходы для достижения более качественного результата, что особенно эффективно при создании мелких элементов.

Нажмите здесь для раскрытия...





© 2025 ООО СПРУТ Технология

Уровни обработки:

Он определяет диапазон вдоль оси инструмента для обработки. Эта группа параметров работает аналогично операции **Черновая послойная операция** . Узнать больше(see page 876)

Глубина резания:

Материал удаляется за один проход вдоль оси инструмента между **верхним** и **нижним** уровнями.

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично операции **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Сортировка.

Управляет последовательностью проходов инструмента во время обработки поверхности. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823)

Углы.

При резком изменении направления инструмента система управления фрезеровкой выполняет замедление перед началом поворота, а затем снова ускоряется. Этот факт может привести к вибрациям и высокому износу инструмента и фрезерного станка. Проблему можно решить, если траектория инструмента имеет очень мало разрывов или вообще не имеет их. По этой причине в системе имеется функция сглаживания траектории с использованием заданного радиуса для обработки внутренних или внешних углов модели. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823)

Рабочая зона:

Позволяет дополнительно изменить рабочую область, изначально выбранную на вкладке **Рабочее задание**. Эта группа параметров работает аналогично операции **Чистовой построчная.** Узнать больше(see page 904)

Преобразования.

Диалог для преобразования траектории инструмента. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 614).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

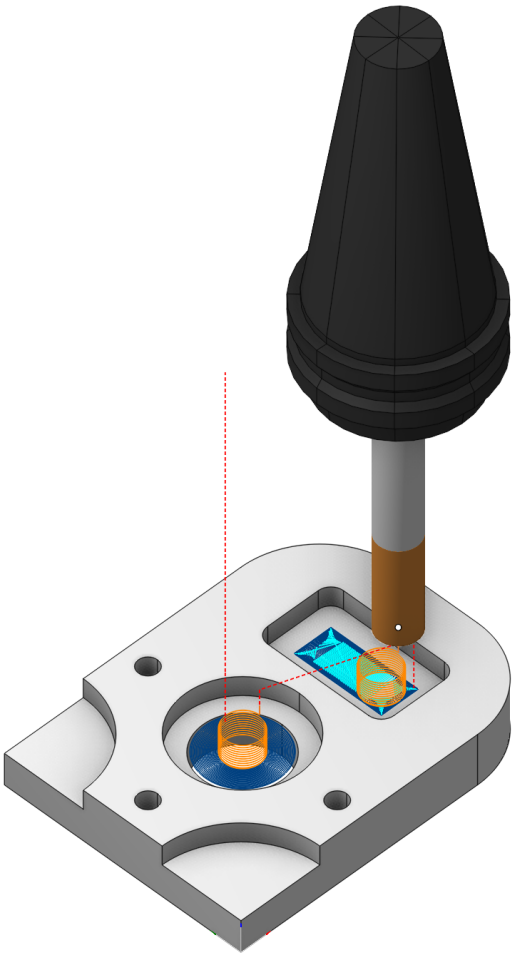
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.2.4 Выборка (кармана и колодца)



Область применения:

Операция выборки применяется для 2/2,5D обработки карманов и островков, а также для предварительного снятия материала перед гравировочными операциями. Как и при операции гравировки, обрабатываемая модель формируется из проекции кривых на горизонтальную (XY) плоскость. Модель создается путем последовательного добавления кривых или групп кривых в полученную область.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Базовая поверхность. Эта поверхность служит для проецирования на нее траектории**.** Узнать больше(see page 500)

Добавить выступ. Позволяет добавить выступ. Узнать больше(see page 544)

Добавить карман. Позволяет добавить карман. Узнать больше(see page 544)

Добавить инверсию. Обозначает закрытую область, внутри которой правила обработки будут обратными, т.е. обработанные области станут необработанными и наоборот. Узнать больше(see page 544)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия обработки:

Этот параметр позволяет пользователю добиться того, чтобы траектория инструмента выглядела параллельной, равноудаленной или другой при выполнении операций обработки карманов. Эта группа параметров работает аналогично операции **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Уровни обработки:

Он определяет диапазон вдоль оси инструмента для обработки. Эта группа параметров работает аналогично операции **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Глубина резания:

Материал удаляется за один проход вдоль оси инструмента между **верхним** и **нижним** уровнями.

Нажмите здесь для раскрытия...

Боковой угол. Это относится к наклонной поверхности компонента (например, откосу отливки) и создает зазор от вершины.

Часть параметров работает аналогично операции **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа

© 2025 ООО СПРУТ Технология

параметров работает аналогично операции **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Сортировка.

Управляет последовательностью проходов инструмента во время обработки поверхности. Эта группа параметров работает аналогично операции **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 899)

Углы.

При резком изменении направления инструмента система управления фрезеровкой выполняет замедление перед началом поворота, а затем снова ускоряется. Этот факт может привести к вибрациям и высокому износу инструмента и фрезерного станка. Проблему можно решить, если траектория инструмента имеет очень мало разрывов или вообще не имеет их. По этой причине в системе имеется функция сглаживания траектории с использованием заданного радиуса для обработки внутренних или внешних углов модели. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823)

Преобразования.

Диалог для преобразования траектории инструмента. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 604).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов. Узнать больше(see page 652).

Параметры врезания в выборке. Включение погружений позволяет выполнять обработку закрытых карманов. Когда CAM-система (система автоматизированной подготовки управляющих программ) обнаруживает закрытый карман, который невозможно обработать снаружи, она формирует движение погружения. Узнать больше(see page 659).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Операции для 2D и 2.5D обработки(see page 790)

5.8.2.5 Операции 2.5D обработки

Операции предназначены для получения управляющих программ на детали имеющие карманы, выступы, плоские участки и т.д. для которых с точки зрения трудоемкости не всегда рационально строить математическую модель детали.

Визуальная модель формируется из плоских участков ограниченных замкнутыми контурами, расположенными на разных высотах и стенок между ними. Открытые

© 2025 ООО СПРУТ Технология

(незамкнутые) контуры, а так же точки, тоже можно использовать в построении визуальной модели.

В данном типе операций система позволяет визуально контролировать геометрию детали по плоским контурам и дает ее автоматическое обновление при изменении параметров контуров.

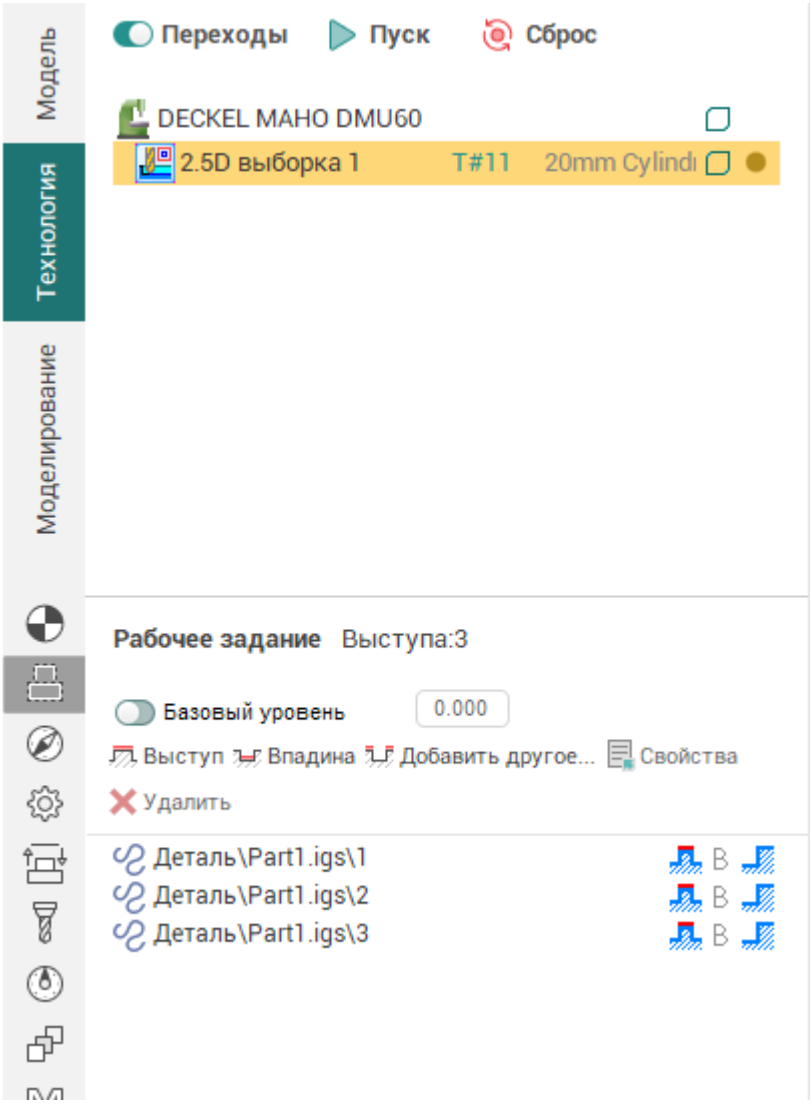
Операции обрабатывают список (рабочее задание(see page 511)), состоящий из произвольного количества контуров и проекций кривых. Для каждого объекта устанавливается способ его обработки.

Если в операции указывается заготовка(see page 732) или запрещенные зоны(see page 694), то обрабатываются лишь те участки заданных контуров, которые лежат внутри заготовки и вне запрещенных зон. А если ни заготовка, ни запрещенные зоны не указаны, то производится обработка всех заданных контуров без каких-либо ограничений.

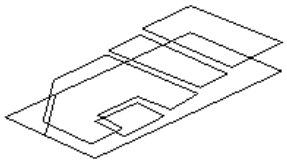
Обработка производится сериями горизонтальных ходов инструмента. Серии ходов отличаются друг от друга лишь уровнем горизонтальных плоскостей, в которых они находятся. Количество таких плоскостей и их уровни по Z зависят от уровней обработки(see page 855) и шага, заданных в окне параметров операции на странице <Параметры(see page 1154)>.

В том же окне устанавливаются точность обработки(see page 748) и припуск(see page 749).

Все 2.5D операции используют 2D кривые для формирования рабочего задания. Формирование осуществляется в окне <Рабочее задание>, назначаются параметры, как на группы элементов, так и на отдельные элементы.



Система динамически отображает визуальную 3D модель в рабочем окне, в зависимости от изменений, производящихся с элементами в окне <Рабочее задание>.

	
Кривые, задающие модель.	Сформированная модель.

Сопутствующие ссылки:

Операции для 2D и 2.5D обработки(see page 790)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

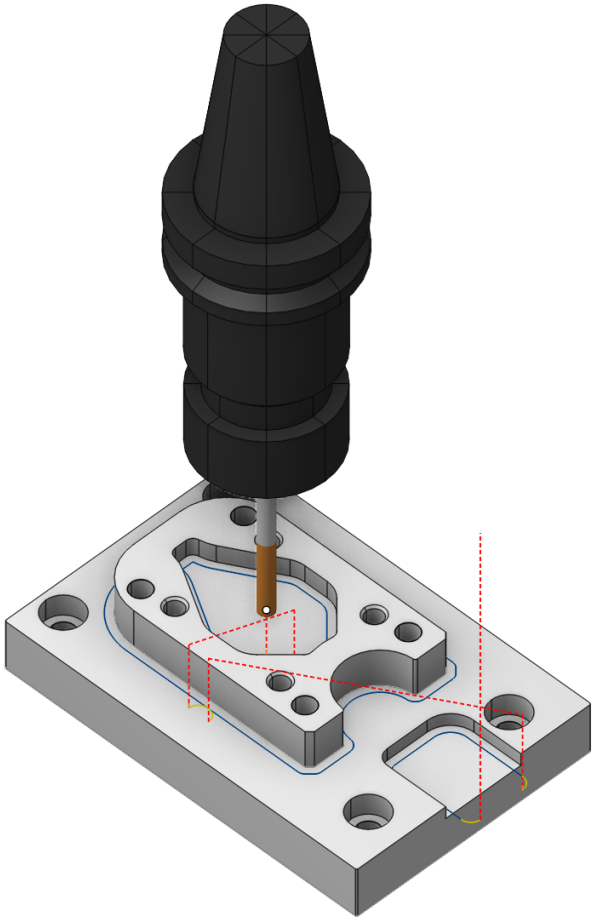
Операция 2.5D выборки(see page 1590)

Операция 2.5D обработки стенок(see page 1591)

Операция 2.5D обработки горизонтальных участков(see page 1589)

Операция 2.5D обработки фасок(see page 1588)

2.5D Контур



Область применения:

Данная операция расширяет возможности операции **2D контур** в части многоуровневой контурной обработки деталей. Основные функциональные возможности операции **2D контур** сохранены.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Кривая. Обработка детали вдоль кривой **.** Узнать больше(see page 511)

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Добавить перемычки. Добавляет перемычки по контуру. Узнать больше(see page 542)

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Основные параметры **Стратегии** описаны в разделе **2D контур**. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

See also:

2D Контур(see page 823)

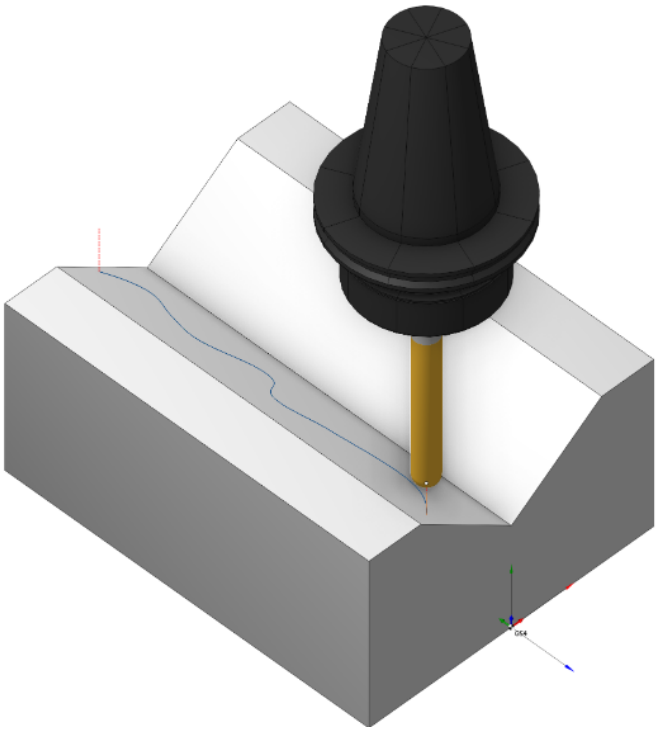
Операции 2.5D обработки(see page 855)

5.8.3 Операции для 3-х координатной обработки

Особенностью операций для 3-х координатной обработки является возможность одновременного перемещения по трем осям режущего инструмента относительно детали. Для задания этих операций в CAM системе требуется наличие трехмерных моделей обрабатываемых деталей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.3.1 3D Контур



Область применения:

Данная операция предназначена для выполнения механической обработки по любым пространственным кривым. Обработка выполняется серией 3D проходов инструмента. Проходы создаются со смещением по оси Z друг от друга на основе значения шага по оси Z. Количество проходов и их величина смещения по оси Z зависят от уровней обработки и значения шага, введенного на странице параметров.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Кривая. Обработка детали вдоль кривой **.** Узнать больше(see page 511)

Добавить перемычки. Добавляет перемычки по контуру. Узнать больше(see page 542)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Основные параметры **Стратегии** описаны в разделе **2D контур**. Узнать больше(see page 823)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 617).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи.

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов. Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

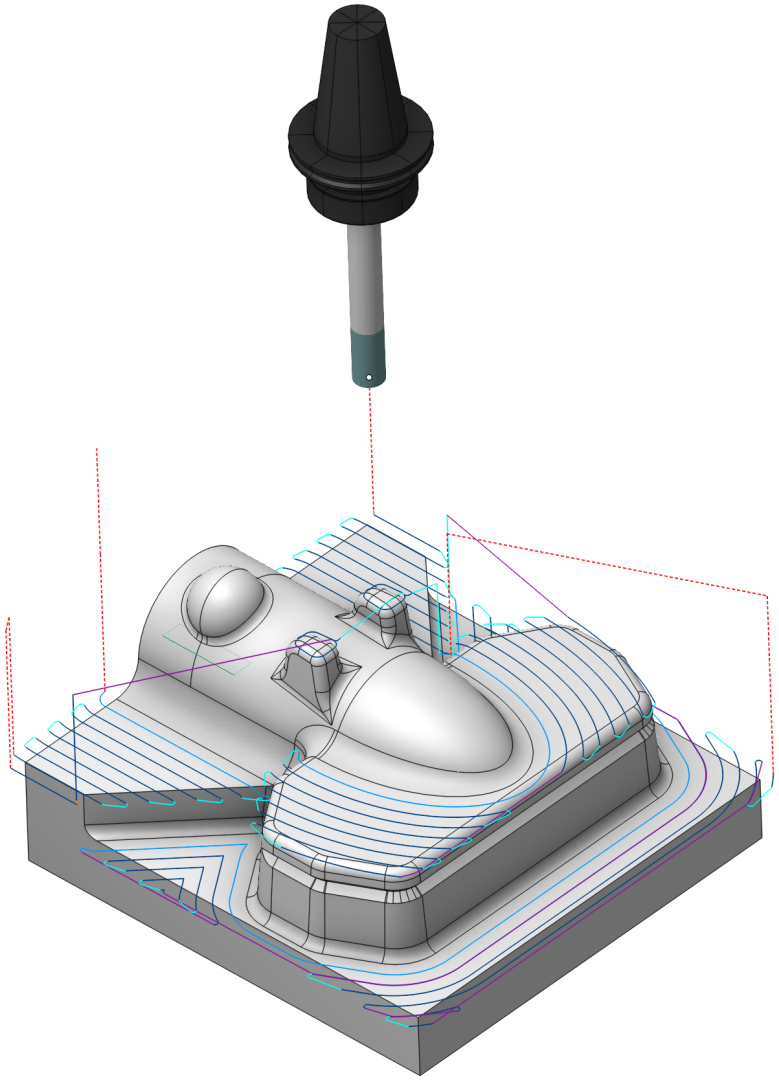
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

5.8.3.2 Операция обработка горизонтальных участков



Область применения:

Операцию целесообразно выполнять для обработки модели с горизонтальными лысками. Обработка состоит из серии горизонтальных проходов инструмента на разных уровнях.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Поверхность. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей . Узнать больше(see page 509)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. Помимо **Рабочая зона** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия обработки:

Этот параметр позволяет пользователю добиться того, чтобы траектория инструмента выглядела параллельной, равноудаленной или другой при выполнении операций обработки карманов. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).

Уровни обработки:

Определяет диапазон обработки по оси инструмента. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).

Подчистка на чистовой подаче

Выводит траекторию для **Учет горизонтальных плоскостей** на чистовой подаче. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).

Многослойная обработка

Нажмите здесь для раскрытия...

Шаг вдоль оси инструмента. Шаг в глубину резания.

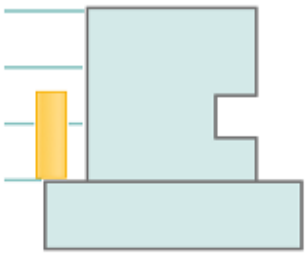
Высота врезания.

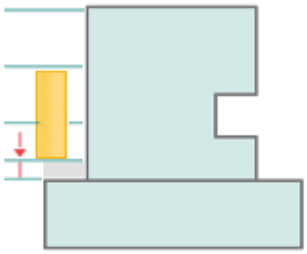
С предыдущего уровня. Обработка осуществляется с нижнего плоского уровня и до верхнего уровня заготовки с шагом **Шаг вдоль оси инструмента.**

С уровня. Обработка. Обработка осуществляется только по плоским уровням.

мм. Обработка осуществляется от плоского уровня до значения указанного в **Высота врезания** с шагом **Шаг вдоль оси инструмента.**

Чистовой проход по Z. Функция добавляет дополнительный проход перед нижним уровнем на расстоянии, указанном в параметре.





Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке а также для расширения или обрезки траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода,

© 2025 ООО СПРУТ Технология

переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 604).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631)

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов. Узнать больше(see page 652).

Параметры врезания в выборке. Включение погружений позволяет выполнять обработку закрытых карманов. Когда CAM-система (система автоматизированной подготовки управляющих программ) обнаруживает закрытый карман, который невозможно обработать снаружи, она формирует движение погружения. Узнать больше(see page 659).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

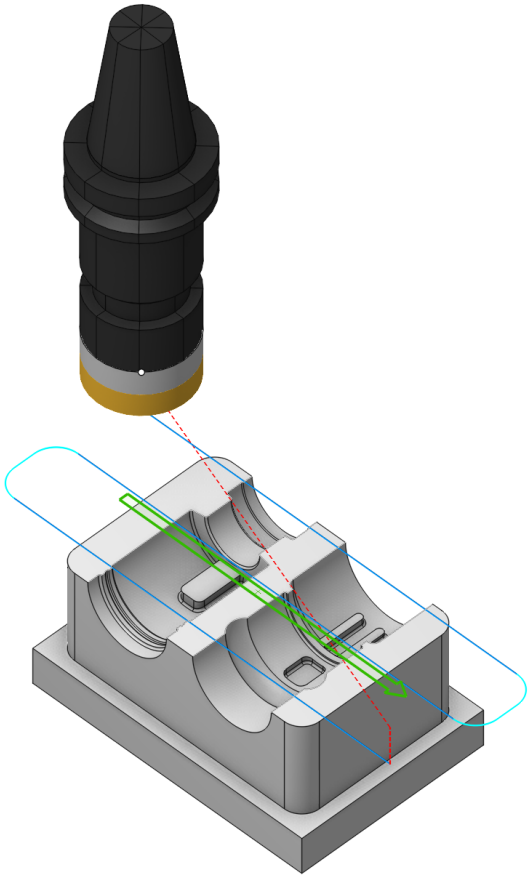
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

5.8.3.3 Обработка торцев



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Область применения:

Операция обработки торца удаляет материал заготовки на заданной горизонтальной плоскости с помощью одной из следующих стретегий.:

- Один проход,
- Параллельная,
- Зигзаг,
- Оптимизированный зигзаг,
- Спираль.

Геометрия детали игнорируется, только форма заготовки учитывается в процессе расчета операции. Деталь не контролируется на подрезы.

Материал может быть удален за несколько проходов. При этом нижний уровень обработки по умолчанию определяется по самой верхней точке детали, а верхний уровень - по самой верхней точке заготовки. Количество проходов рассчитывается автоматически в зависимости от расстояния между верхним и нижним уровнями обработки, величины чистового и глубины черновых проходов. Также возможно задать количество проходов вручную. В этом случае шаг обработки будет пересчитан.

Стратегия:

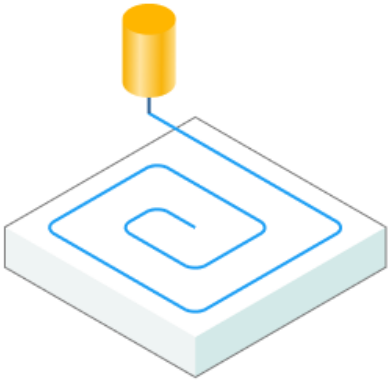
Эта группа позволяет пользователю изменять основные параметры стратегии параллельных проходов.

Нажмите здесь для раскрытия..

Типы фрезерования:

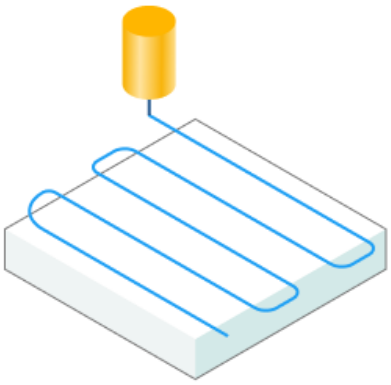
Нажмите здесь для раскрытия..

Спиральная стратегия. Инструмент врезается в материал по методу "вкатывания" (eng. roll-in technique), затем движется вдоль границы еще неудаленного материала, удаляя его подобно круглой газонокосилке. При этом обеспечивается постоянство нагрузки на инструмент, а максимальная допустимая ширина реза и угол врезания инструмента (eng. Tool Engagement Angle) нигде не превышаются. Стратегия отлично подходит для черновой обработки, когда необходимо удалить большой объем материала за минимальное время.

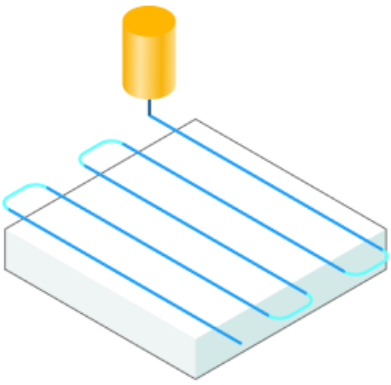


Оптимизированный зигзаг. Инструмент движется по зигзагу. При этом, переходы между прямыми и обратными ходами выполняются внутри заготовки на рабочей подаче для уменьшения времени обработки.

Стратегия может быть использована для черновой и получистовой обработки торца.

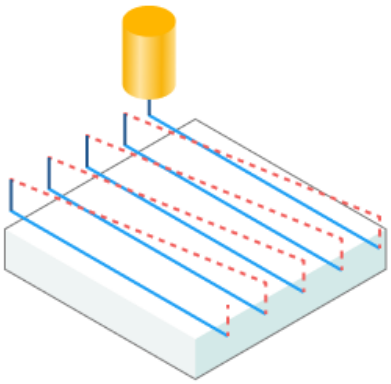


Зигзаг. Инструмент движется по зигзагу. Рабочие ходы начинаются и заканчиваются за пределами заготовки. Переходы между прямыми и обратными ходами также выполняются вне заготовки. Для переходов может быть использована отдельная подача. Данная стратегия - оптимальный выбор для финишной обработки торца

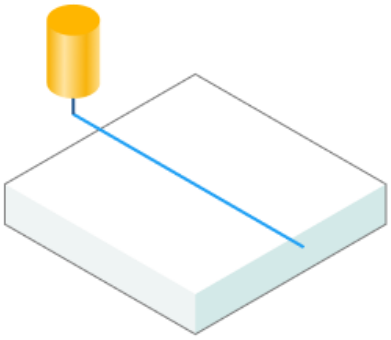


Параллельная в одну сторону. Инструмент все время движется в одном направлении в зависимости от типа фрезерования (попутное/встречное). Рабочий ход начинается и заканчивается за пределами заготовки. Переходы осуществляются на безопасной плоскости. При использовании данной стратегии достигается наилучшее качество поверхности.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

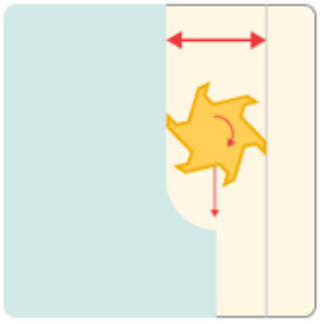


Один проход. Инструмент выполняет один проход по центру заготовки. Рабочий ход начинается и заканчивается за пределами заготовки. Используйте эту стратегию, когда диаметр инструмента больше ширины заготовки.

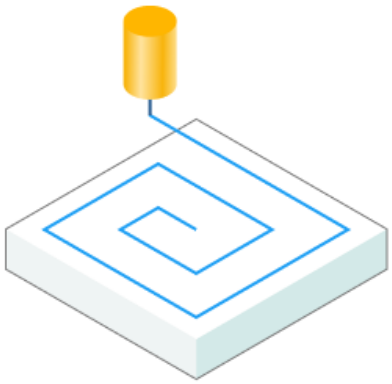


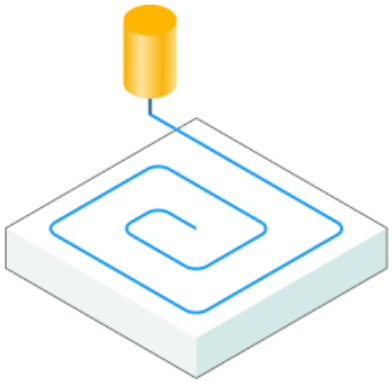
Вот ключевые параметры, набор которых может варьироваться в **зависимости** от выбранной **стратегии** в разделе стратегия:

Шаг. Максимально допустимая ширина реза.

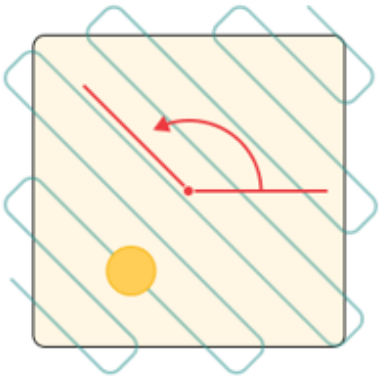


Сглаживать углы. Острые углы в траектории сглаживаются с заданным радиусом.



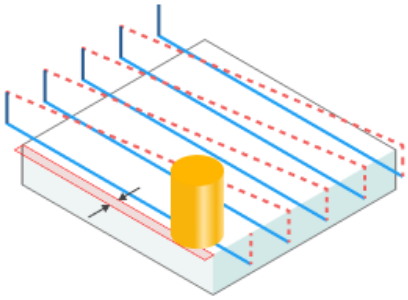


Угол. Задает направление угла среза для операций с плоскостью.



Перекрытие последнего прохода. Периферия инструмента перекрывает заготовку при последнем проходе на значение заданное в параметре.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Тип фрезерования

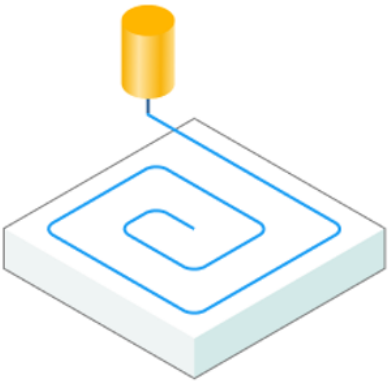
Может назначаться практически для всех операций, за исключением операций обработки по кривой. Это позволяет пользователю управлять требуемым типом фрезерования (подъемное или обычное) в процессе расчета траектории инструмента. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции**.
Узнать больше(see page 876)

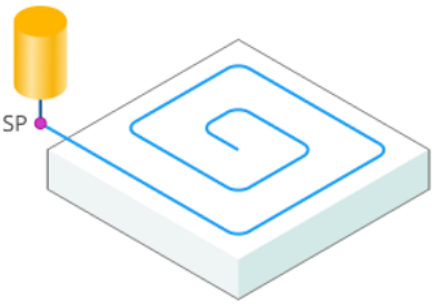
Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия..

Начальная точка. Точка определяющая начало врезания.





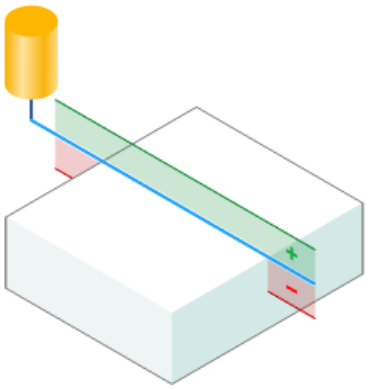
Уровни обработки

Определяет диапазон вдоль оси инструмента для обработки. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции**. Узнать больше(see page 876)

Нажмите здесь для раскрытия..

Осевой припуск. Припуск остается на конечном уровне. Используйте положительные значения, чтобы оставить излишки материала для последующей обработки, или отрицательные значения, если вы хотите резать ниже уровня модели**.**

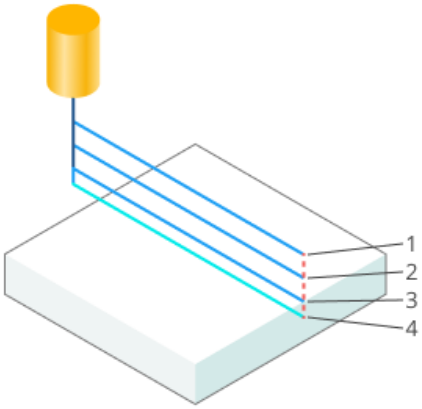
© 2025 ООО СПРУТ Технология



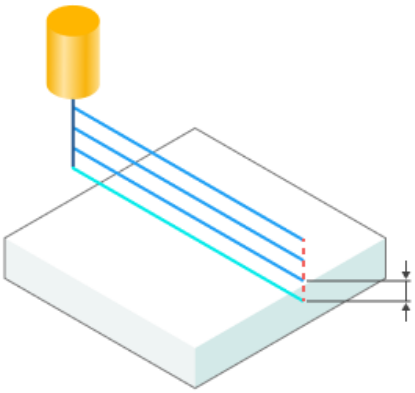
Кол-во проходов

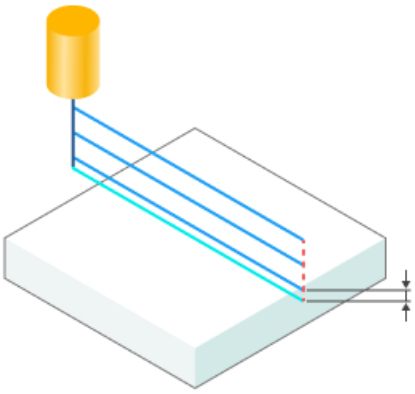
По умолчанию вычисляется автоматически на основе параметров **Верхний, Последний уровень** обработки, **Высота чистового прохода** и **Шаг в глубину**.

Нажмите здесь для раскрытия..

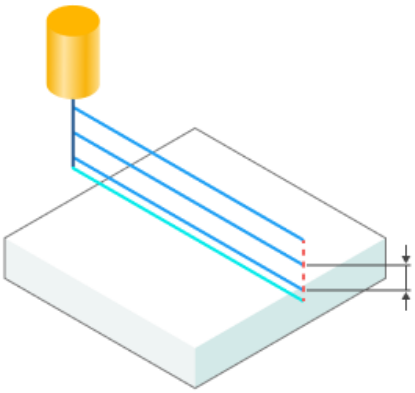


Высота чистового прохода. Глубина последнего прохода устанавливается отдельно. Используйте меньшее значение для достижения лучшего качества поверхности.





Шаг в глубину. Максимально допустимое расстояние между соседними уровнями проходов.



Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

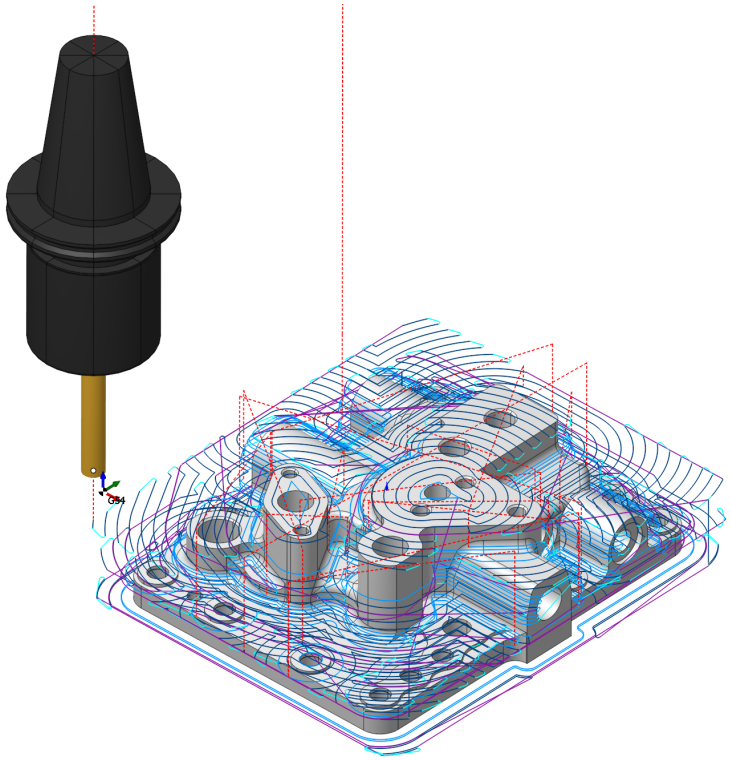
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.3.4 Черновая послойная операция



Область применения:

Операция Черновая послойная используется для начальной черновой обработки сложных моделей, значительно отличающихся от исходной заготовки. Модель, обрабатываемая черновой операцией, определяется набором твердых тел, поверхностей и сеточных объектов. Для каждого геометрического объекта или группы объектов можно определить дополнительный припуск, который при обработке будет добавлен к основному припуску операции.

Рабочее задание:

Поверхность. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. Помимо **Рабочая зона** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия обработки:

Этот параметр позволяет пользователю добиться того, чтобы траектория инструмента выглядела параллельной, равноудаленной или другой при выполнении операций обработки карманов.

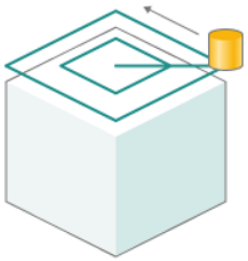
Нажмите здесь для раскрытия...

Тип стратегии обработки:

Нажмите здесь для раскрытия...

Эквидистантная. Обработка по кривым, полученным смещением контура детали Узнать больше(see page 1162)

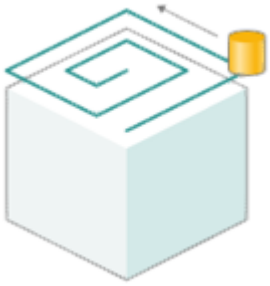
© 2025 ООО СПРУТ Технология



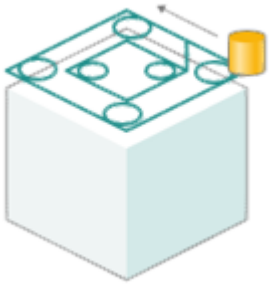
Параллельная. Обработка параллельными проходами. Узнать больше(see page 1162)



Адаптивная. Эта стратегия используется для эффективного удаления больших объемов материала с высокими скоростями подачи, максимальной глубиной резания (вплоть до длины канавок) и относительно небольшой шириной резания (от 5% до 30% диаметра инструмента). Узнать больше(see page 1160)



Высокопроизводительная. Стратегия высокопроизводительной резки предназначена для эффективного удаления материала в открытых и закрытых карманах. Узнать больше(see page 1117)

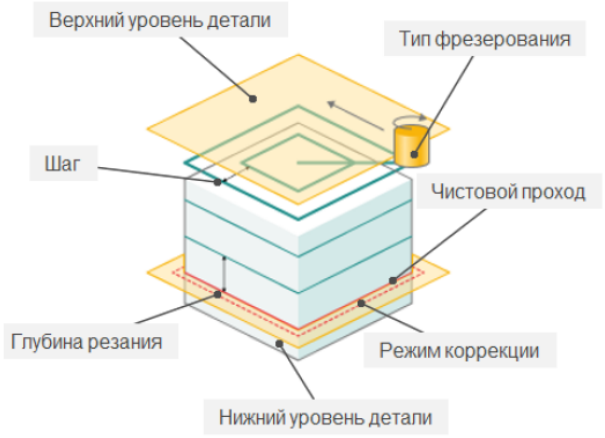


Глубокое скоростное фрезерования. Эквидистантная обработка с дополнительными циклическими движениями в углах. Узнать больше(see page 1162)



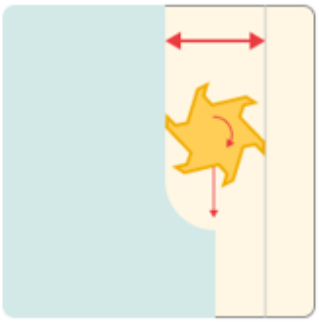
Вам также необходимо прочитать о том, как выбрать стратегию для обработки карманов. Узнать больше(see page 1162)

Основные параметры, набор которых может изменяться в зависимости от выбранной стратегии в разделе **Тип стратегии обработки:**

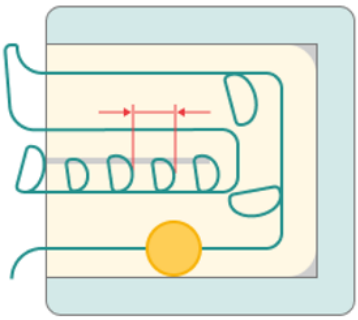


Шаг. Максимально допустимая ширина реза.

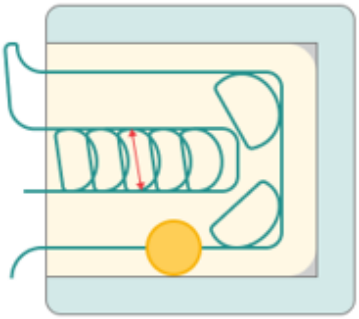
© 2025 ООО СПРУТ Технология



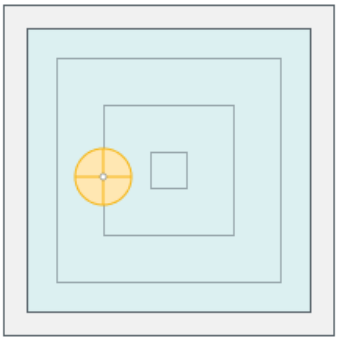
Шаг ВСО. Определите шаг трохоидальных дуг как либо; в процентах от текущего диаметра инструмента или в виде заданного расстояния. Если высокоскоростная резка отключена, возможны необработанные участки.

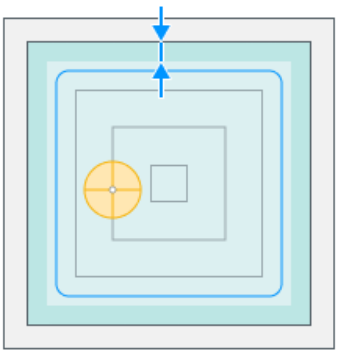


Большие дуги. Расширяет дуги между проходами траектории.



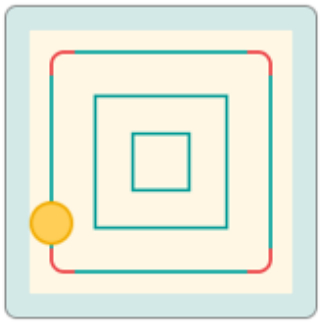
Чистовой проход. Определяет ширину среза для последнего прохода.





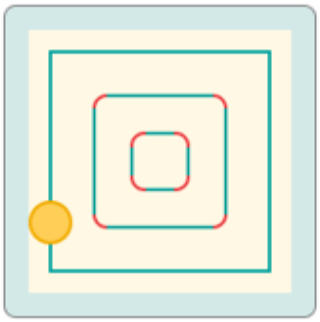
Режим коррекции. Эта группа параметров работает аналогично группе **Вывод** в **2D контур.** Узнать больше(see page 823)

Чистовой радиус сглаживания. Параметр необходим для скругления углов при чистовом проходе.

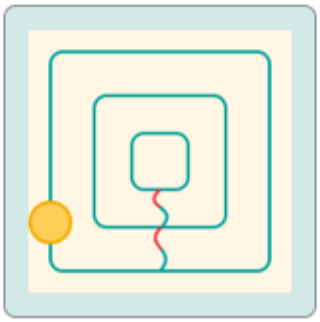


© 2025 ООО СПРУТ Технология

Черновой радиус сглаживания. Параметр необходим для скругления углов при черновом проходе.

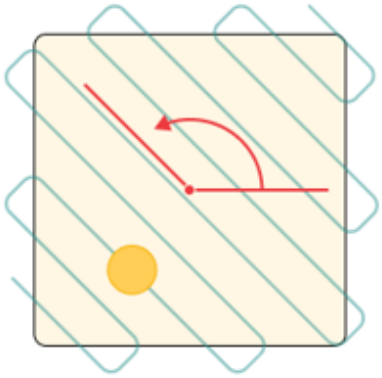


Радиус перехода. Радиус перехода для переходов, а также переходов трохоидальных дуг. Радиус перехода должен быть больше чем «безопасное расстояния».

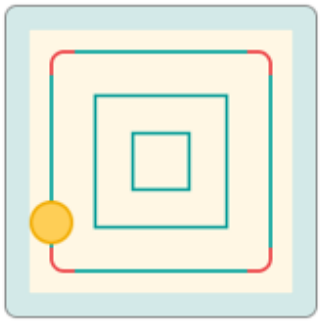


Угол. Назначает направление угла реза для операций с **Параллельной стратегией.**

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сглаживание углов. Используется в большинстве операций и обеспечивает 'сглаживание' траектории инструмента при обработке внутренних углов. Это уменьшает вибрации и увеличивает скорость обработки. Черновые проходы внутри контура не имеют сглаживания.



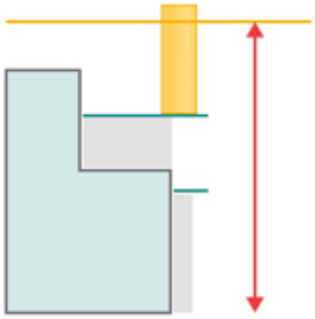
Уровни обработки:

Определяет диапазон обработки по оси инструмента.

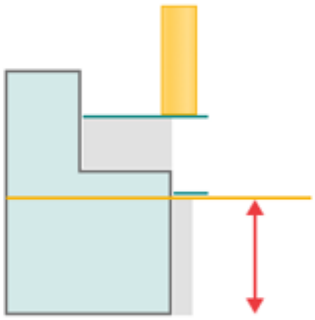
Нажмите здесь для раскрытия...

Верхний уровень детали. Верхний уровень обработки можно установить динамически или по размерам. Значение по умолчанию основано на уровне заготовки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



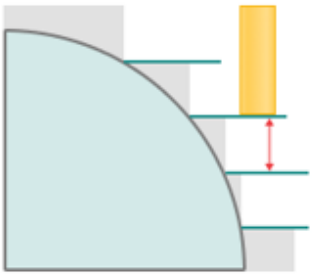
Нижний уровень детали. Нижний уровень для обработки можно установить динамически или по размерам. Значение по умолчанию основано на уровне заготовки.



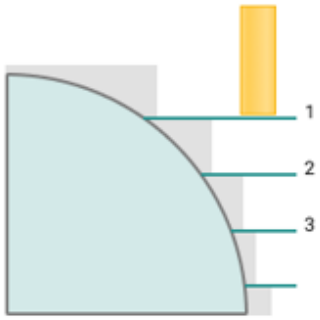
Глубина резания:

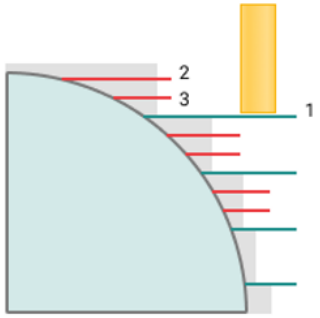
Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним уровнями**. По умолчанию равен % диаметра режущего инструмента.
Основные параметры, набор которых может изменяться в зависимости от выбранной стратегии в разделе Стратегия обработки:

Нажмите здесь для раскрытия...



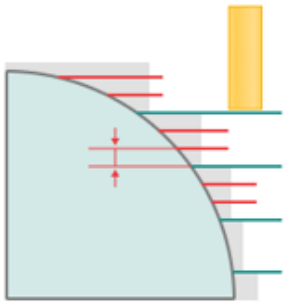
Шаг вверх. Обработка производится строго сверху вниз.



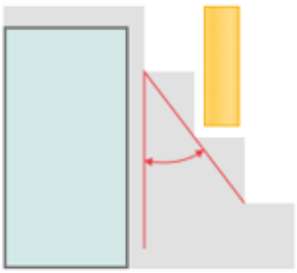


Значение шага вверх. Расстояние от уже обработанного слоя до вышележащего.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



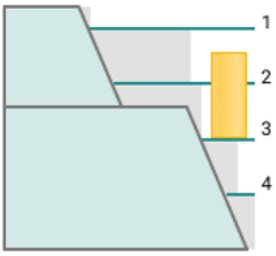
Угол отступа. Ввод положительного значения позволяет избежать «трения»

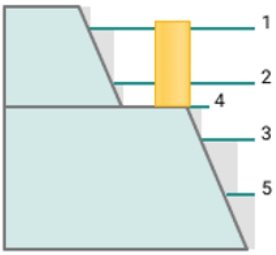


Учет горизонтальных плоскостей.

Добавляет дополнительные слои над плоскими поверхностями.

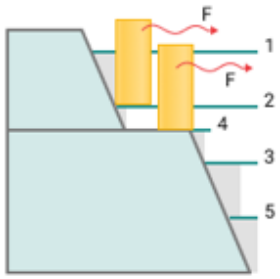
Нажмите здесь для раскрытия...





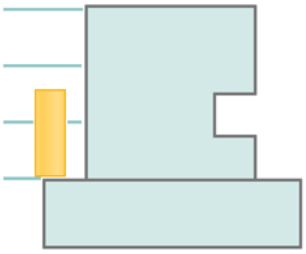
Основные параметры, набор которых может изменяться в зависимости от выбранной стратегии в разделе **Стратегия обработки**:

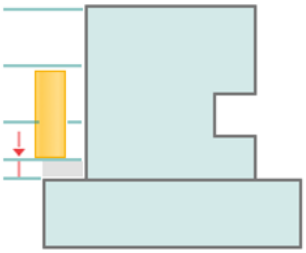
Подчистка на чистовой подаче. Выводит траекторию для **Учет горизонтальных плоскостей** на чистовой подаче. Не работает с **Чистовой проход по Z**.



Чистовой проход по Z. Функция добавляет дополнительный проход перед нижним уровнем на расстоянии, указанном в параметре.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Тип фрезерования:

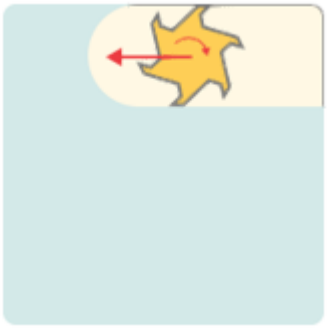
Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории.

Нажмите здесь для раскрытия...

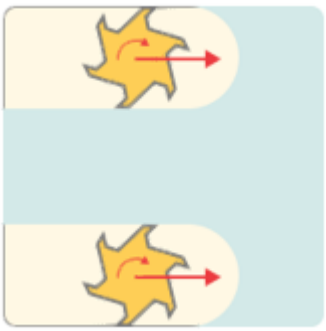
Попутное. Попутное фрезерование (фрезерование по подаче) – это способ, при котором направление движения заготовки совпадает с вектором скорости резания. Из плюсов можно выделить: более длительный срок эксплуатации уменьшенная термическая нагрузка, а из минусов при нежесткой системе СПИД возможно возникновение вибрации. Попутное резание часто предпочтительно, когда точность и чистота поверхности имеют решающее значение.



Встречное. Встречном фрезеровании (традиционном фрезеровании) скорость резания и движение подачи заготовки направлены в противоположные стороны. Из плюсов можно выделить: препятствует возникновению вибраций, обеспечивает более спокойный ход, а из минусов большая нагрузка на режущую кромку, снижает срок эксплуатации. Обычное резание иногда выбирают, когда другие факторы, такие как стойкость инструмента или удаление стружки, более важны, чем качество поверхности.



Не учитывать. Этот подход можно использовать для оптимизации производительности инструмента, качества поверхности и других факторов обработки в зависимости от конкретных требований к различным частям заготовки или различных этапов процесса обработки. Это обеспечивает большую гибкость и контроль в достижении желаемых результатов при механической обработке.



Сортировка.

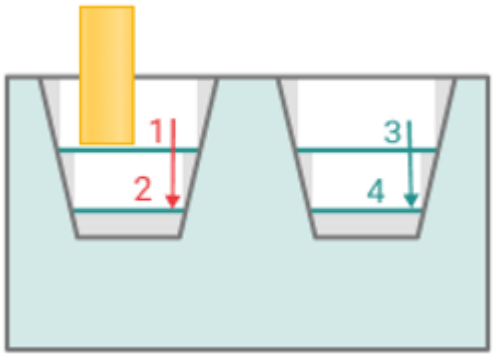
Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

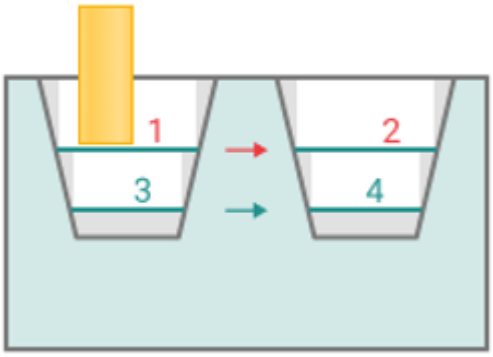
Нажмите здесь для раскрытия...

Основные параметры, набор которых может изменяться в зависимости от выбранной стратегии в разделе **Стратегия обработки**:

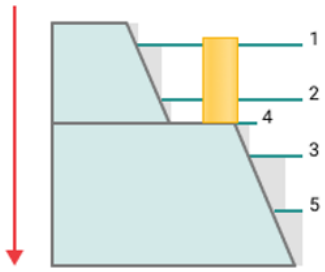
По колодцам. Сначала обрабатываются все уровни первого профиля. После этого обрабатываются все уровни следующего профиля.



По слоям. Вначале обрабатывается первый слой всех профилей. После этого обрабатывается следующий слой.



Строго сверху вниз. Сортировать обработки следует строго сверху вниз. Это может создать неоптимальную траекторию инструмента. Включайте эту опцию только в том случае, если у вас возникли ошибки при сортировке уровней. Иногда это может устранить проблемы.



Порядок обработки. Определяет последовательность обработки в операциях обработки кривых.

Прямой. Отсортирует проходы таким образом, чтобы пересечение начиналось с **левой** стороны стрелки (параметр **Угол**), если смотреть в направлении стрелки. Работает только со стратегией **Параллельно**.
Обратный. Отсортирует проходы таким образом, чтобы пересечение начиналось с **правой** стороны стрелки (параметр **Угол**), если смотреть в направлении стрелки. Работает только со стратегией **Параллельно**.
Оптимальный. Отсортирует проходы таким образом, чтобы пересечение начиналось на кратчайшем расстоянии (что уменьшает количество переходов между проходами). Этот метод сортировки применим только при использовании стратегии **Параллельно.**

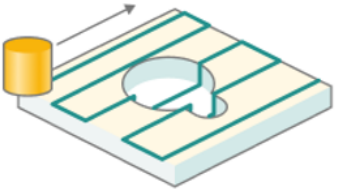
Обрезка.

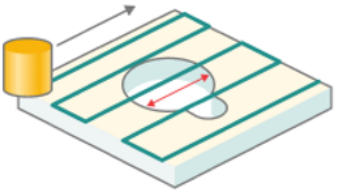
Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке а также для расширения или обрезки траектории.

Нажмите здесь для раскрытия...

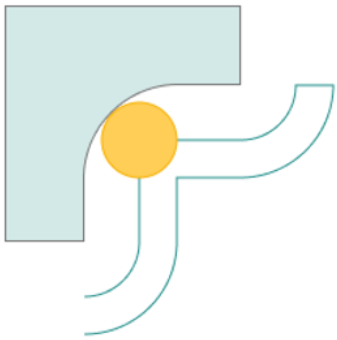
Пропуск отверстий. Нередко в геометрической модели имеются отверстия, обработка которых была выполнена ранее или которые необходимо обработать на более поздней операции. В этом случае при обработке поверхности, на которой имеется отверстие, его можно не учитывать. Игнорируемые отверстия могут иметь любую форму (не всегда круглую). Определенный размер описывает диаметр диска, который может закрыть отверстие.

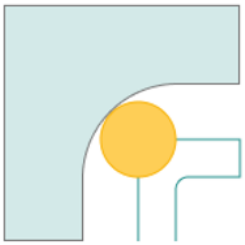
© 2025 ООО СПРУТ Технология





Обрезать лишние обкаты. Обрезает обходы острых внешних углов. Иногда траектория не сглаженная.





Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в

© 2025 ООО СПРУТ Технология

основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 604).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов. Узнать больше(see page 652).

Параметры врезания в выборке. Включение погружений позволяет выполнять обработку закрытых карманов. Когда CAM-система (система автоматизированной подготовки управляющих программ) обнаруживает закрытый карман, который невозможно обработать снаружи, она формирует движение погружения. Узнать больше(see page 659).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

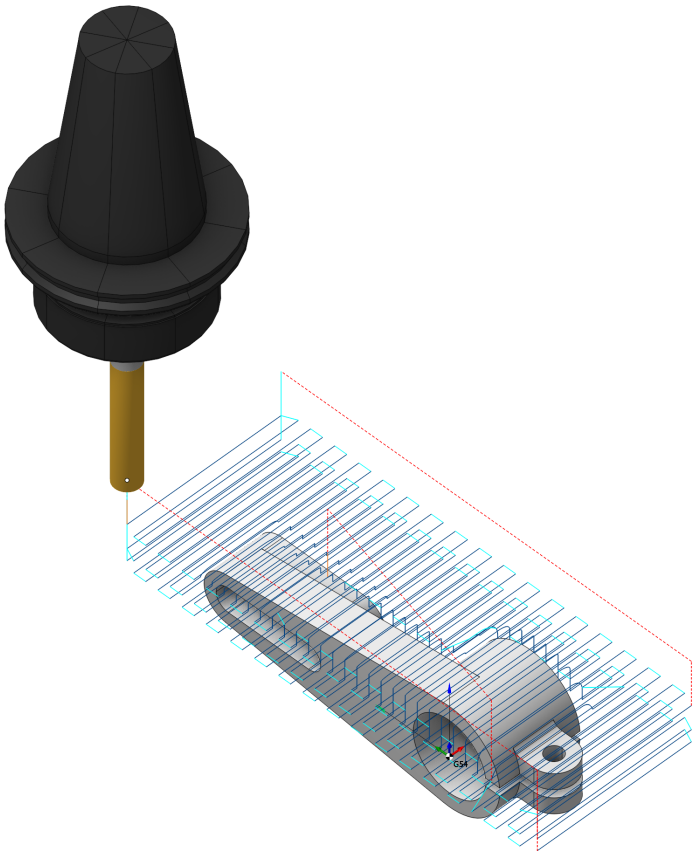
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.3.5 Черновая построчная операция



Область применения:

Получаемая в результате обработки черновой построчной операцией деталь обычно меньше отличается от исходной модели, чем после послойной обработки при схожих параметрах. Такая операция применяется для получения деталей с незначительными отличиями от заданной модели сразу после черновой обработки, а также при фрезеровании легкообрабатываемого материала.

Рабочее задание:

Поверхность. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Зона ограничений. Помимо **Рабочая зона** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Шаг.

Максимально допустимая ширина реза. Эта группа параметров работает аналогично **Ч истовая построчная операция.** Узнать больше(see page 904)

Глубина резания.

Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним** уровнями.

Нажмите здесь для раскрытия...

Опускание. Опция позволяет ограничить перемещение инструмента вниз. Такие ограничения особенно актуальны, если инструмент из-за особенностей режущей части или по причине плохой обрабатываемости заготовки может врезаться в материал лишь под ограниченным углом.

Без проверки. Движение инструмента внутри обрабатываемого материала вниз не контролируется. Обработанная деталь содержит недоработки, обусловленные только геометрией инструмента.

Максимальный угол. Движение инструмента внутри обрабатываемого материала вниз выполняется под углом не больше заданного значения.

Доработать. Дополнительно производится доработка оставшегося во впадинах материала .Доработка производится возвратно-поступательными движениями вдоль запроса с одновременным врезанием под заданным углом.

Только снизу вверх. Движение инструмента внутри обрабатываемого материала вниз полностью исключается. Материал, оставшийся во впадинах, не дорабатывается. Такой способ целесообразно применять на выпуклых деталях. Деталь, имеющая впадины или карманы требует последующей доработки.

Уровни обработки.

Определяет диапазон обработки по оси инструмента. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Сглаживание углов.

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели.

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция** Узнать больше(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 614).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

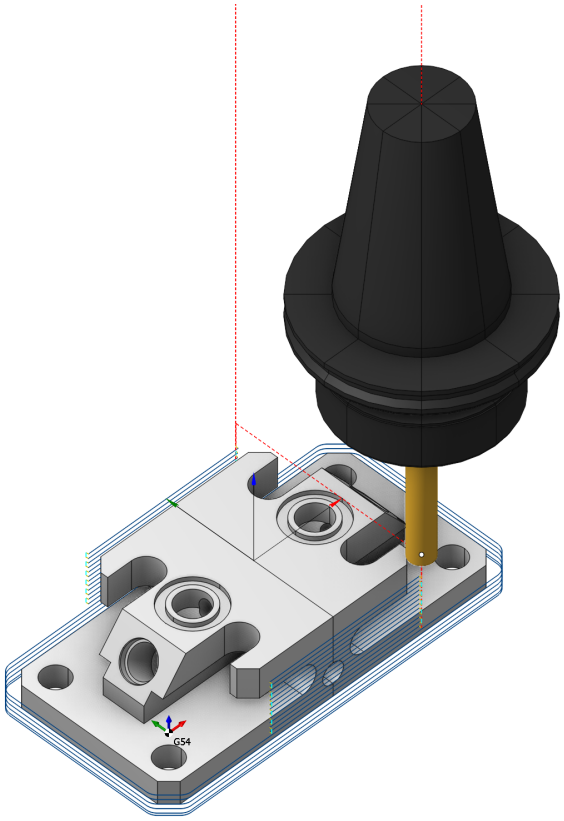
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

5.8.3.6 Чистовая послойная операция



Область применения:

Чистовая послойная операция дает хороший результат при обработке деталей или их частей с преобладанием участков поверхности близких к вертикальным. Для последующей обработки пологих участков можно использовать **Построчную операцию**. Узнать больше(see page 904).

Рабочее задание:

Поверхность. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. Помимо **Рабочая зона** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

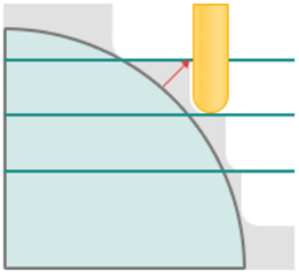
Глубина резания.

Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним** уровнями.

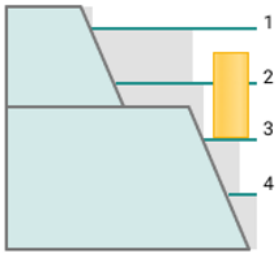
Нажмите здесь для раскрытия...

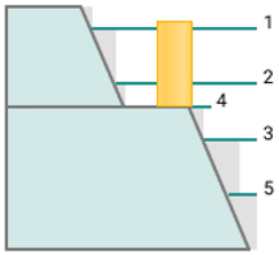
Гребешок. Если выключено: Расстояние между соседними проходами задается только в параметре **Глубина резания**.

Если включено: **Глубина обработки** рассчитывается автоматически на основе максимально заданной **высоты гребешка**. При необходимости проходы инструмента будут создаваться ближе друг к другу, чтобы достичь желаемой выс**оты гребешка.**



Учет горизонтальных плоскостей. Добавляет дополнительные слои над плоскими поверхностями.





Уровни обработки.

Определяет диапазон обработки по оси инструмента. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

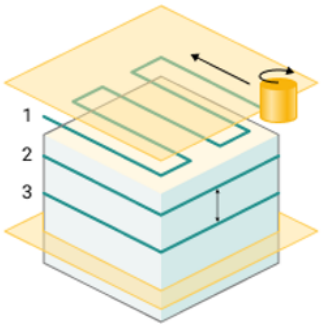
Сортировка:

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

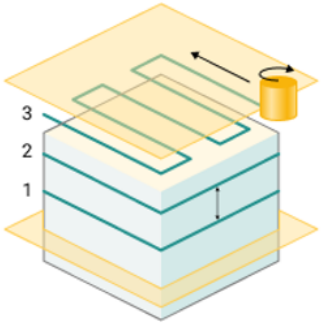
Нажмите здесь для раскрытия...

Сверху вниз. Для моделей с поверхностями, близкими к вертикали, рекомендуется осуществлять обработку сверху вниз.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Снизу вверх. Для моделей с поверхностями, близкими к горизонтали, рекомендуется осуществлять обработку снизу вверх.



Рабочая зона.

Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **«Рабочее задание».** Эта группа параметров работает аналогично **Чистовая построчная операция.** Узнать больше(see page 904)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке. Параметры Обрезки такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше(see page 876)

Сглаживание углов.

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели.

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 614).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

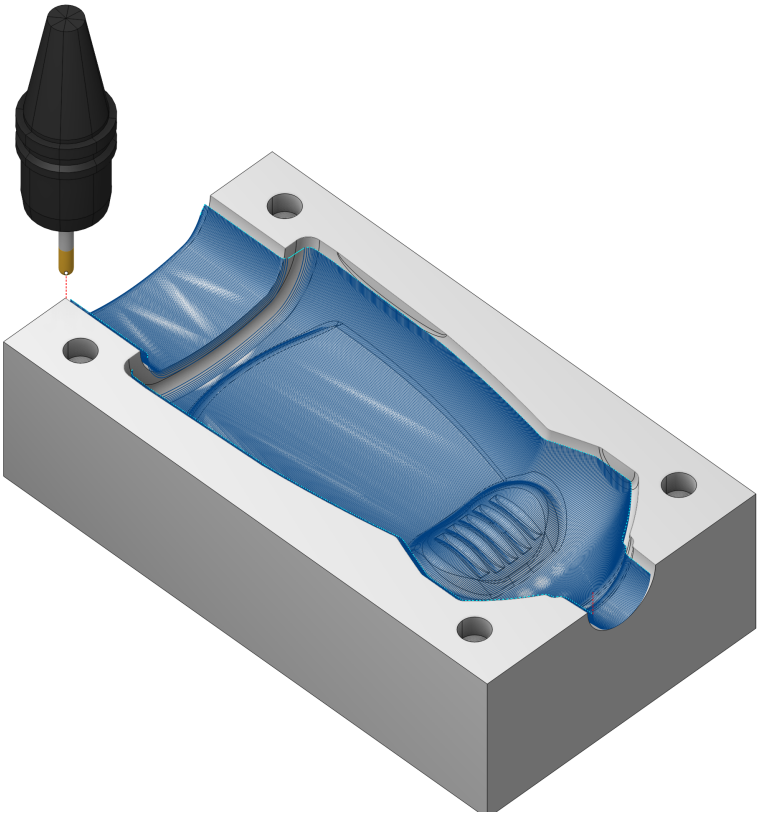
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

5.8.3.7 Чистовая построчная операция



Область применения:

Чистовую построчную операцию целесообразно применять для обработки пологих участков поверхности детали, а также участков близких к вертикальным при небольшом отклонении нормали поверхности от плоскости рабочего хода. Для последующей доработки участков с большим наклоном лучше использовать послойную операцию (Узнать больше(see page 899)) или другую построчную операцию, у которой плоскости строчек перпендикулярны плоскостям строчек первой операции.

Рабочее задание:

Поверхность. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. Помимо **Рабочая зона** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

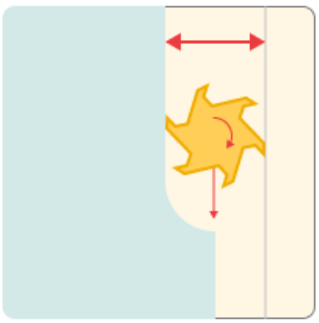
Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Шаг.

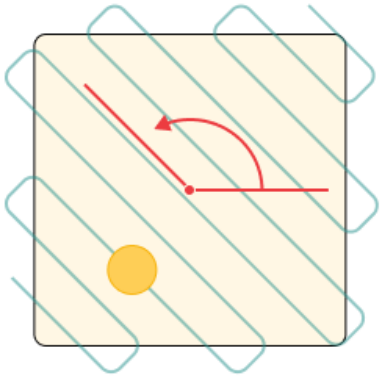
Максимально допустимая ширина реза.

Нажмите здесь для раскрытия...



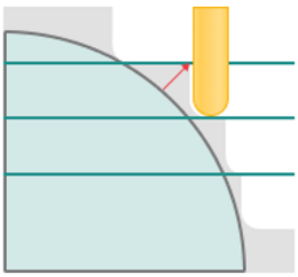
Угол. Назначает направление угла реза для операций с Параллельной стратегией.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Гребешок. Если выключено : Расстояние между соседними проходами задается только в параметре **Шаг**.

Если включено: Шаг обработки рассчитывается автоматически на основе введенной **высоты гребешка**. При необходимости проходы инструмента будут рассчитываться ближе друг к другу, чтобы достичь желаемой высоты гребешка.



Уровни обработки.

Определяет диапазон обработки по оси инструмента. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

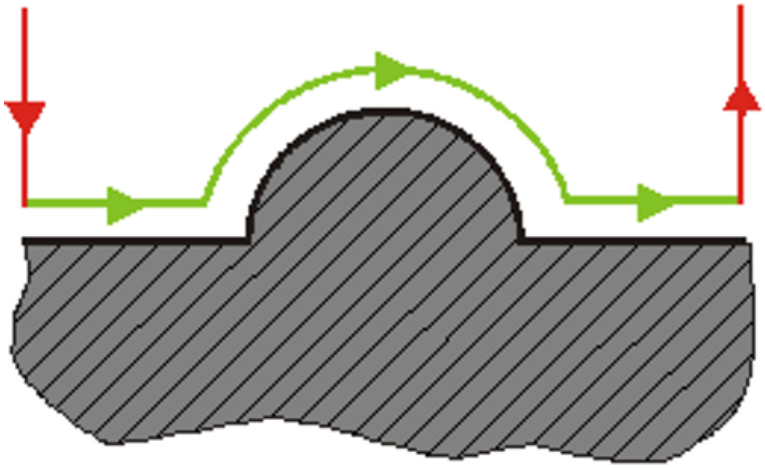
Сортировка:

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

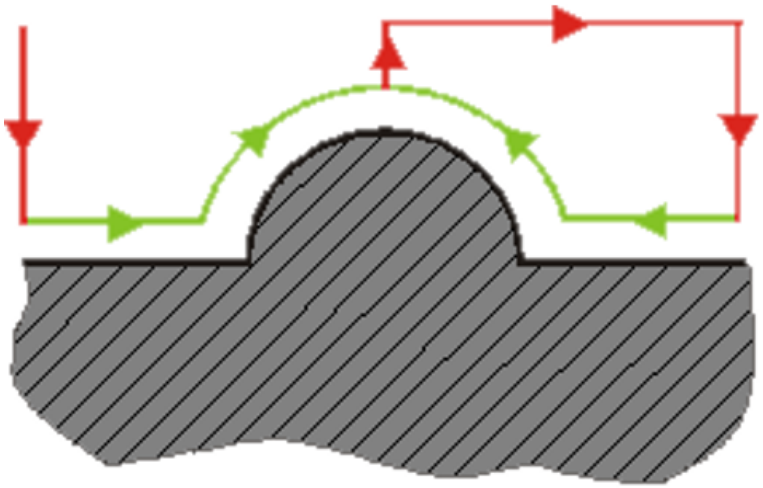
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Нажмите здесь для раскрытия...

Только снизу вверх. Если выключено : Инструмент может перемещаться и вверх и вниз.



Если включено: При достижении верхней точки рабочего хода, инструмент по безопасной плоскости перемещается в начало следующего хода, откуда движение снова идет только вверх.



Рабочая зона.

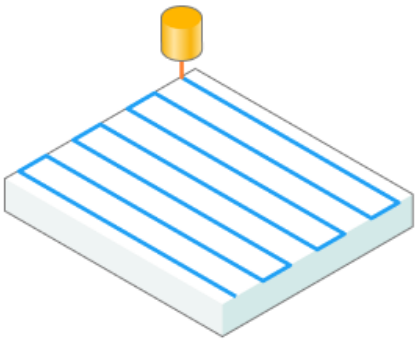
Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **«Рабочее задание».**

Нажмите здесь для раскрытия...

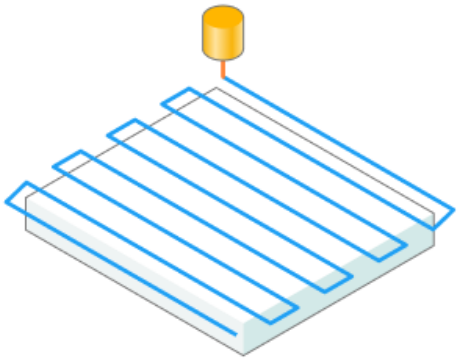
Способ обката поверхностей. Метод обкатки поверхностей.

Только поверхности. Обработка осуществляется только на выбранных поверхностях.

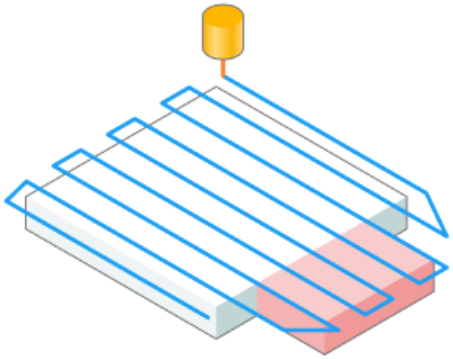
© 2025 ООО СПРУТ Технология



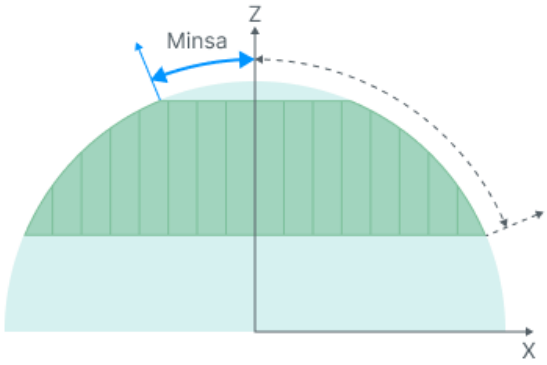
С ребрами. Эта обработка на выбранных плоскостях с кромками. В режиме с ребрами траектория состоит из областей обработки формирующих поверхностей и областей скругления кромок. Этот режим может использоваться, например, для закругления кромок при обработке модели с положительным припуском материала.



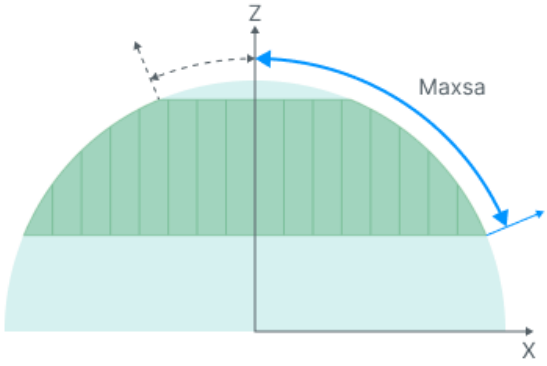
С ограничивающей моделью. Обработка на выбранной плоскости, с кромками и с ограничивающими элементами. При использовании режима с ограничивающей моделью вся область обработки и скругления модели и ограничивающей модели будут включены в траекторию.



Минимальный. В системе можно производить выборочную обработку участков поверхности модели в зависимости от угла между нормалью к поверхности и вертикальной осью Z. Диапазон обработки можно определить **минимальным** и максимальным углами наклона.

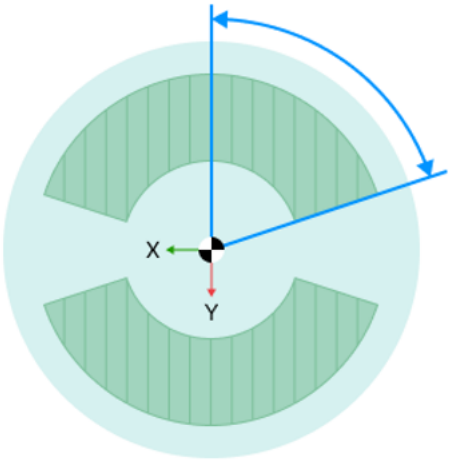


Максимальный. В системе можно производить выборочную обработку участков поверхности модели в зависимости от угла между нормалью к поверхности и вертикальной осью Z. Диапазон обработки можно определить минимальным и максимальным углами наклона.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Фронтальный угол. Фронтальный угол – это угол между проекциями на горизонтальную плоскость направления движения инструмента и нормали к поверхности в точке резания. Узнать больше(see page 758)



Сглаживание углов.

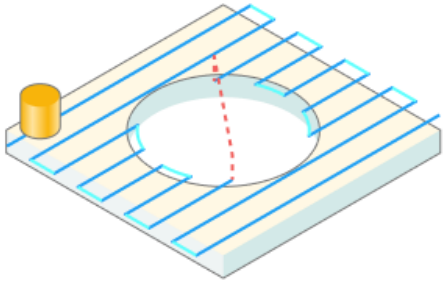
При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели.

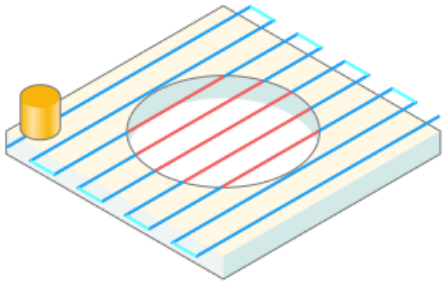
Обрезка:

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция**. Узнать больше(see page 876)

Нажмите здесь для раскрытия...

Устранение зазоров. Когда включено, зазоры в траектории размером меньшего заданного значения сшиваются.





Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального

© 2025 ООО СПРУТ Технология

движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 614).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

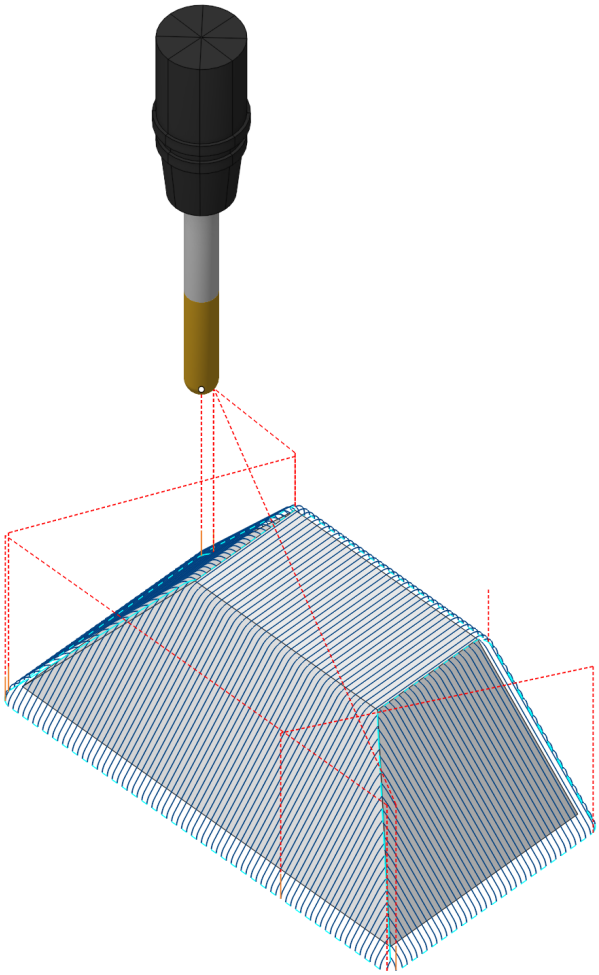
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

5.8.3.8 Чистовая построчная оптимизированная операция (построчно-построчная)



Область применения:

Оптимизированная плоская траектория состоит из двух проходов чистовой плоскости, лежащих во взаимно перпендикулярных плоскостях. За каждый проход обрабатываются только те участки, где фронтальный угол наклона поверхности, измеренный относительно направления резания, составляет 45 градусов или меньше. Это гарантирует, что ни одна поверхность не будет обработана дважды. Благодаря этому достигается одинаковая высота гребешка по всей детали. Это делает оптимизированное резание хорошим выбором для высококачественной чистовой обработки сложных деталей.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Рабочее задание:

Поверхность. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. Помимо **Рабочая зона** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Эта группа параметров работает аналогично операции Чистовая построчная.**.** Узнать больше(see page 904)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 614).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

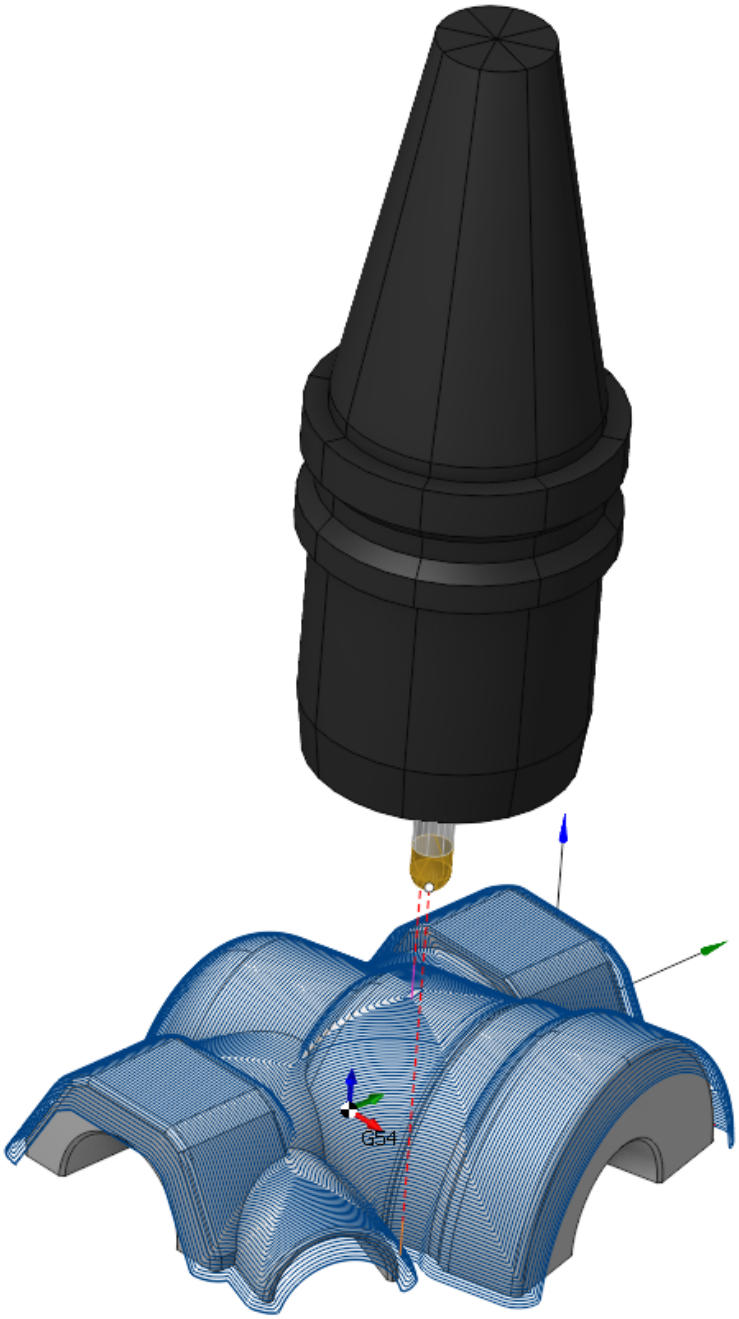
Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.3.9 Операция 3D смещения



Область применения:

Траектория операции 3D смещения начинается с кривых, лежащих на детали, и строится путем последовательно смещения этих кривых вовнутрь на расстояние шага обработки до тех пор, пока кривые не схлопнутся. Таким образом, траектория напоминает эквидистантную выборку за исключением того, что смещение строится не на плоскости, а в 3D пространстве на поверхности детали. В результате, операция позволяет получать постоянную высоту гребешка в независимости от наклона поверхностей обработки. Операция хорошо подходит для получистовой и чистовой обработки сложных деталей с

© 2025 ООО СПРУТ Технология

минимальным количеством холостых перемещений, при соблюдении попутного или встречного типа фрезерования.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Поверхности, для обработки которых строится траектория. Начальные кривые определяются как кривые контакта инструмента с заданными поверхностями.

Кривая наклона. Кривая, к которой направлен вектор оси инструмента при задании ориентации инструмента **Через кривую.**

Рабочая зона. Определяет области детали, ограниченные 2D геометрией, внутри которых должны быть сформированы рабочие проходы. Узнать больше.(see page 523)

Зона ограничений. Задаются области детали, которые не должны быть обработаны на текущей операции. В зависимости от выбранного вами параметра, траектория может быть ограничена или обрезана Узнать больше.(see page 539)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню **Свойства** двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

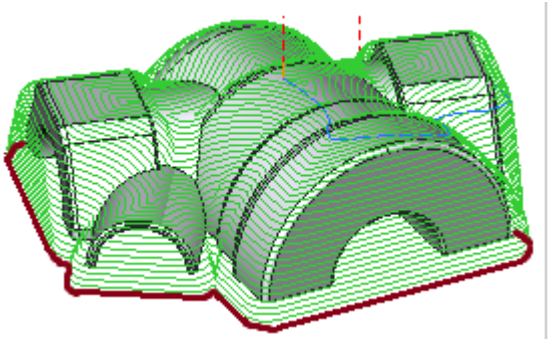
Стратегия:

Стратегия:

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

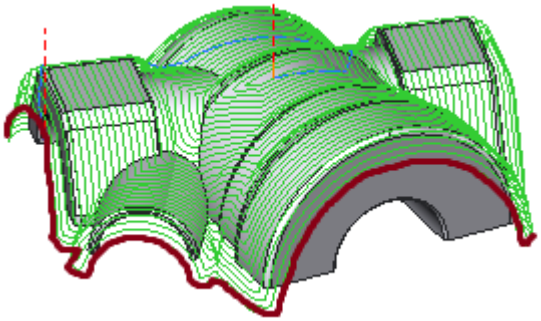
Начинать с. **Параметры, определяющие построение начальных кривых траектории.**

Дна. Траектория начинается на **Нижнем уровне** обработки.



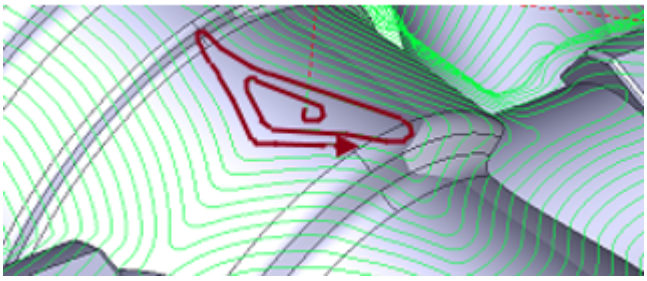
Верха вертикальных поверхностей. Траектория начинается с кривых силуэта (набора ребер и кривых, ограничивающих **Рабочее задание**).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

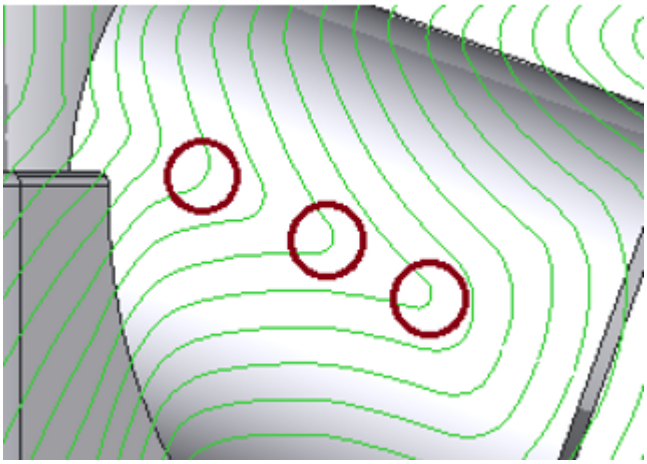


Шаг. Максимально допустимая ширина резания. Узнать больше.(see page 916)

Спиральная обработка. При установке флага траектория формируется как непрерывная спираль с целью минимизации переходов.

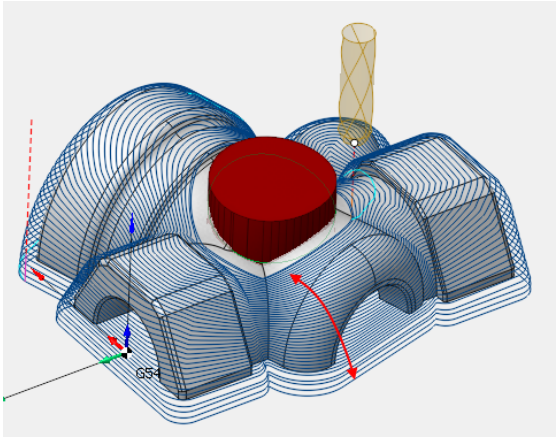


Сглаживать углы. При установке флага, острые углы в траектории сглаживаются.



Морф проходы. Установка флага изменяет стратегию формирования траектории, генерируя проходы с постоянным шагом. Также, при наличии необрабатываемых "островов" внутри обрабатываемых поверхностей, установка флага позволяет генерировать траектории с плавным переходом от контура "островов" к наружному контуру обрабатываемых поверхностей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Тип фрезерования:

Позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории.

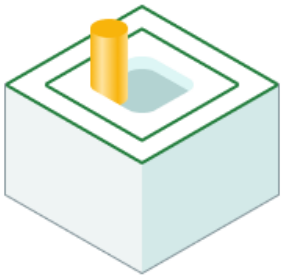
Параметры, определяющие **Тип фрезерования**, такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка:

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

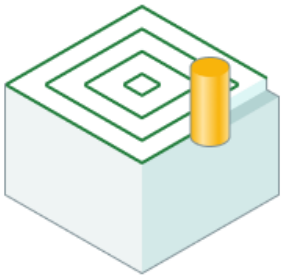
Направление обработки. Управляет направлением движения инструмента по кривым траектории.

Изнутри наружу. Инструмент перемещается от центральных кривых траектории к наружным.

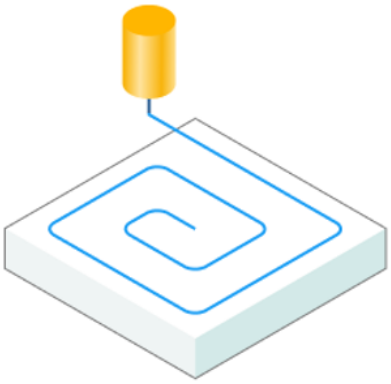


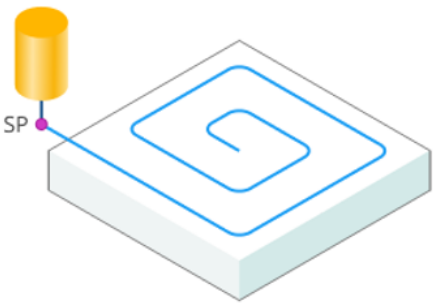
Снаружи вовнутрь. Инструмент перемещается от наружных кривых траектории к центральным.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Начальная точка. Точка, определяющая начало погружения.





Уровни обработки:

Определяет диапазон обработки по оси инструмента. Узнать больше.(see page 916)

Нижний уровень определяется так же, как и в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

5-ти осевое преобразование:

Вы можете управлять положением инструмента при применении операции на пятикоординатном станке. Узнать больше.(see page 1081)

Параметры **Ориентации инструмента** определяются так же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Пределы углов поворота:

При установленном флаге и включенной опции **5-ти осевое преобразование** задает предельные значения углов расположения инструмента относительно осей. Параметры, устанавливающие **Пределы углов поворота** такие же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке. Параметры Обрезки такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

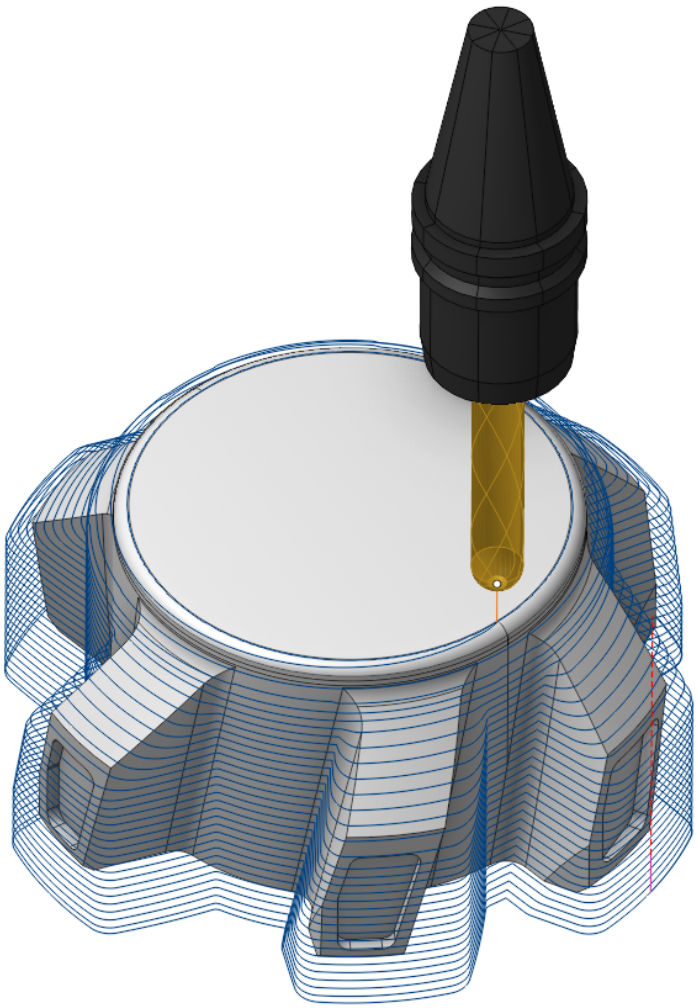
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.3.10 Спиральная операция



Область применения:

Операция создает непрерывную спиральную траекторию, которая проходит с заданным вертикальным шагом между верхним и нижним уровнями. Она эффективна при обработке наклонных или вертикальных поверхностей.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Поверхности, для обработки которых строится траектория.

Рабочая зона. Определяет области детали, ограниченные 2D геометрией, внутри которых должны быть сформированы рабочие проходы. Узнать больше.(see page 523)

Зона ограничений. Задаются области детали, которые не должны быть обработаны на текущей операции. Узнать больше.(see page 539)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню **Свойства** двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

Тип фрезерования:

Позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Узнать больше(see page 923).

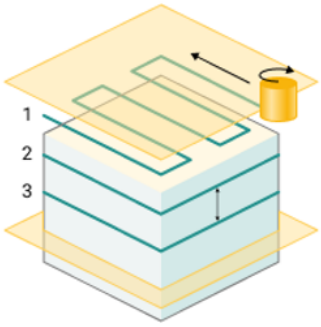
Параметры, определяющие **Тип фрезерования**, такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка:

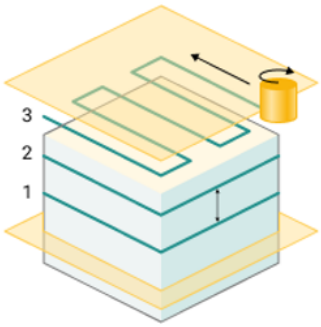
Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Начинать. Определяет начальный уровень движения инструмента.

Сверху. Инструмент движется от верха к низу областей, определенных в **Рабочем задании.**



Снизу. Инструмент движется от низа к верху областей, определенных в **Рабочем задании.**



Шаг.

Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним уровнями,** то есть расстояние по вертикали между двумя соседними витками траектории. Параметры такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Подгонять шаг.

Установка флага изменяет проходы инструмента так, чтобы обеспечить обработку до заданного уровня.

Радиус скругления.

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели..

Уровни обработки.

Определяет диапазон обработки вдоль оси инструмента. Параметры такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке. Параметры Обрезки такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

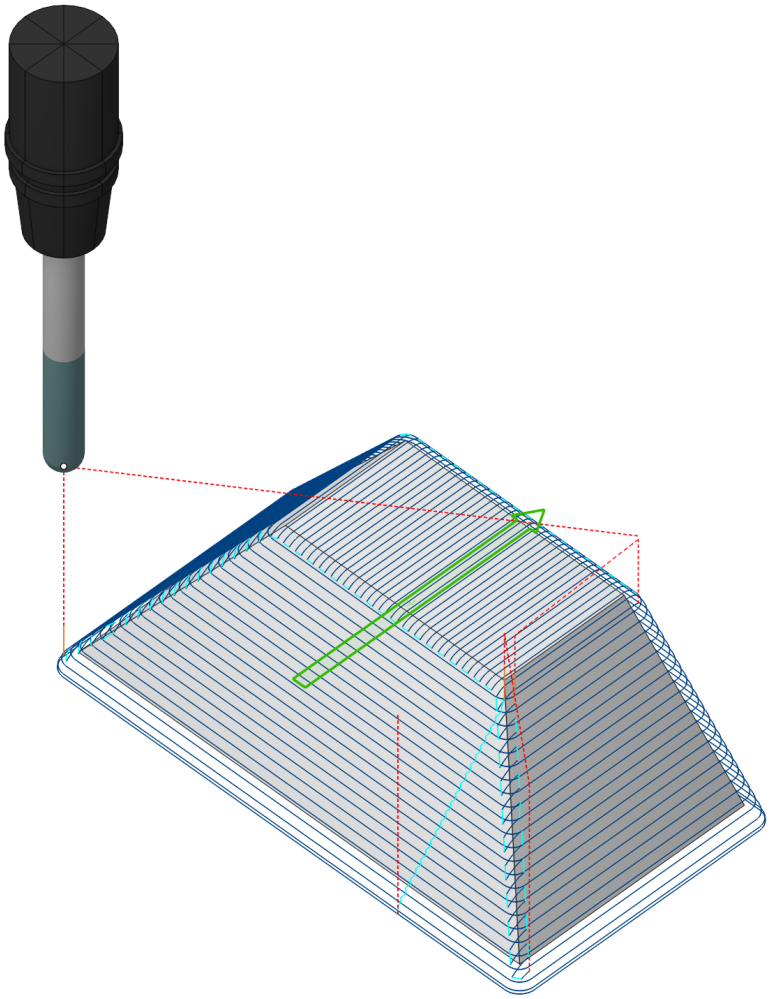
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Типы технологических операций фрезерной обработки(see page 789)

Операции для 3-х координатной обработки(see page 859)

5.8.3.11 Чистовая комплексная операция (послойно-построчная)



Область применения:

Сложная операция состоит из двух траекторий: по плоскости и по слоям. Плоская траектория обрабатывает только области с углом наклона меньше угла разделения уклона, тогда как траектория по слоям обрабатывает области, где

© 2025 ООО СПРУТ Технология

угол наклона поверхности больше угла разделения уклона. По умолчанию угол разделения уклона установлен на 45 градусов. Эта стратегия гарантирует, что пологие участки обрабатываются по плоской траектории, а крутые участки — по слоям. Преимуществами такого подхода являются оптимальные условия резания, постоянная высота гребешка и сокращение времени обработки.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Поверхность. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Узнать больше(see page 533)

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. Помимо **Рабочая зона** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

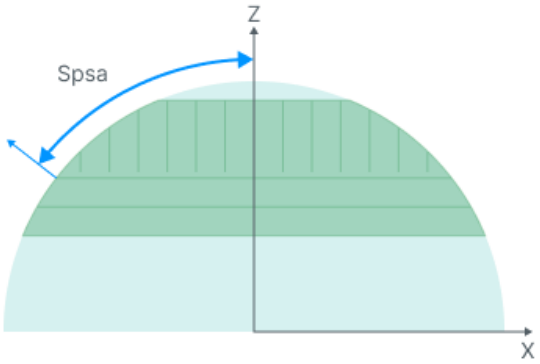
Эта группа параметров работает аналогично операции **Чистовая построчная** . Узнать больше(see page 904)

Рабочая зона

Позволяет дополнительно изменить рабочую область, изначально выбранную на вкладке Рабочее задание..

Нажмите здесь для раскрытия...

Угол разбиения. Угол между вертикальными и горизонтальными проходами.



Оставшиеся параметры работает аналогично операции **Чистовая построчная.** Узнать больше(see page 904)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 614).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 651).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

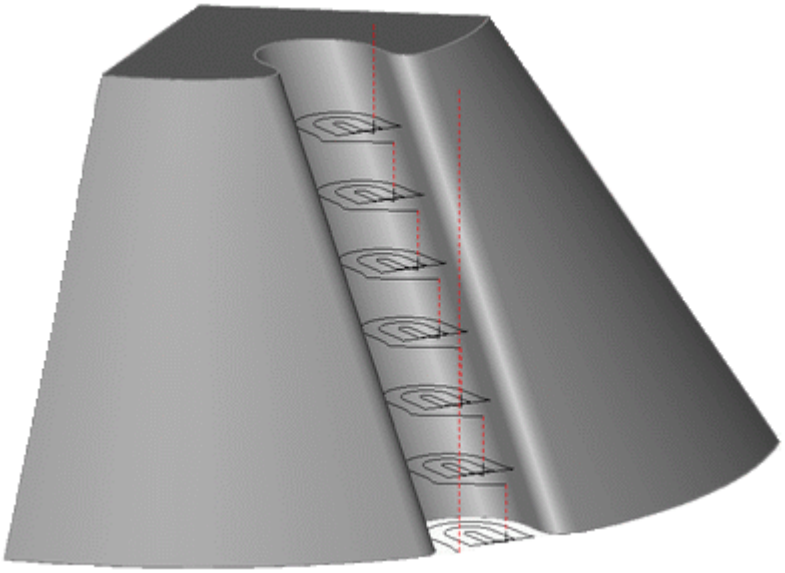
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

5.8.3.12 Операции доработки остаточного материала



Операции доработки позволяют производить обработку только в тех областях, в которых остался не удаленный материал после обработки предыдущими операциями. Существует возможность обработки оставшегося материала после виртуальной обработки произведенной заданным списком инструментов.

Их целесообразно использовать для черновой или чистовой доработки инструментом другой формы или меньшего диаметра, чем у предыдущих операций. Применение доработки позволяет значительно сократить время обработки на станке деталей сложной формы без дополнительных трудозатрат технолога.

Доработка остаточного материала производится теми же самыми операциями, что и основная обработка, только по-другому инициализируются параметры. По умолчанию выбирается инструмент меньшего диаметра и устанавливается заготовка в виде остаточного материала(see page 733). При доработке черновые операции производят выборку всего доступного остаточного материала. А чистовые обрабатывают поверхность детали только в тех местах, где имеется недоработка.

Доработка остаточного материала реализована в системе методом определения заготовки как материала, оставшегося после обработки детали всеми предыдущими операциями. Расчет заготовки указанного типа и выделение недоработанных зон производится системой автоматически. Такой подход имеет ряд значительных преимуществ, по сравнению с достаточно распространенным методом <Доработать после инструмента такого-то размера>. Во-первых, может быть правильно учтён остаточный материал даже при несовпадающих запросах предыдущей операции и операции доработки. А во-вторых, учитывается обработка детали всеми предыдущими операциями с различными типами инструментов и со всеми особенностями сформированной траектории.

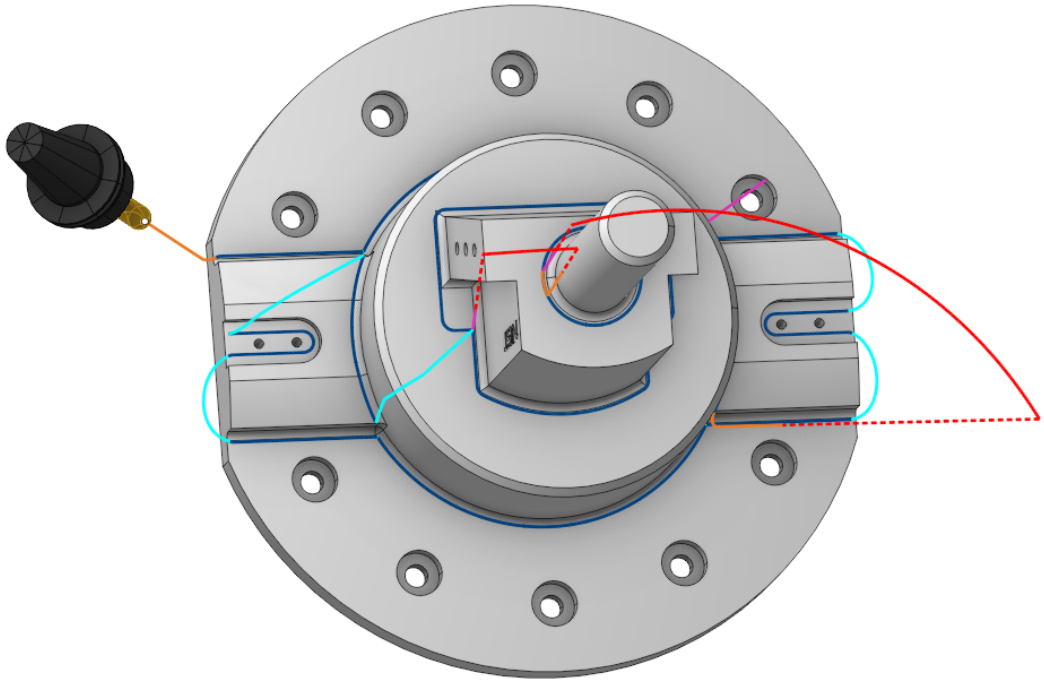
Все технологические особенности операций доработки остаточного материала полностью совпадают с обычными технологическими операциями такого же типа.

Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Карандашная обработка



Область применения:

Операция для подчистки, которая генерирует проходы вдоль внутренних углов детали.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Проходы генерируются только в местах где инструмент касается **О**брабатываемых поверхностей. Если обрабатываемые поверхности не заданы, траектория рассчитывается по всей детали.

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. Помимо **Рабочей зоны** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Кривая наклона. Это кривая, к которой направлен вектор оси инструмента при задании опции **5-ти осевое преобразование** и ориентации инструмента **Через кривую.**

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Стратегия:

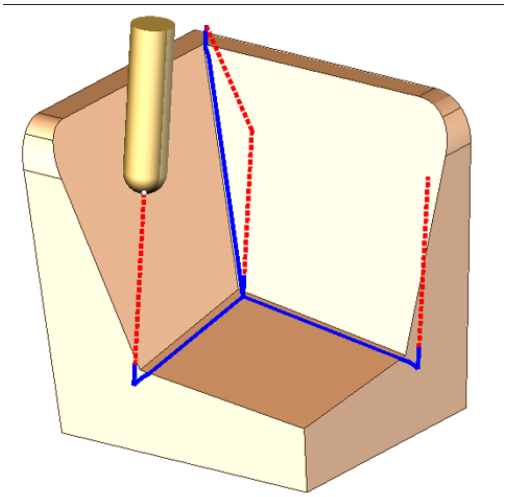
Стратегия:

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

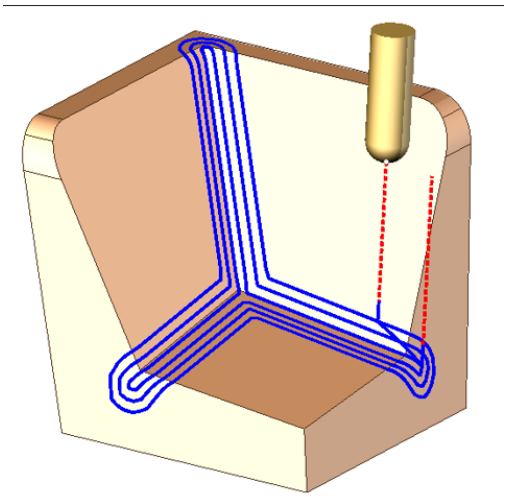
Нажмите здесь для раскрытия...

Методы доработки углов:

Один проход. Система генерирует единственный проход по средней линии угла.

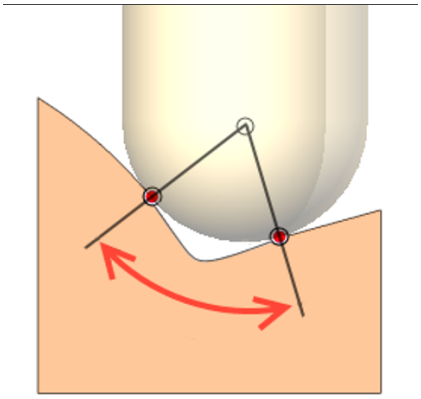


Параллельные проходы. Генерируются несколько проходов при обработке одного внутреннего угла. Каждый дополнительный проход представляет собой смещение по обрабатываемой поверхности траектории однопроходной стратегии на величину **Шага**.

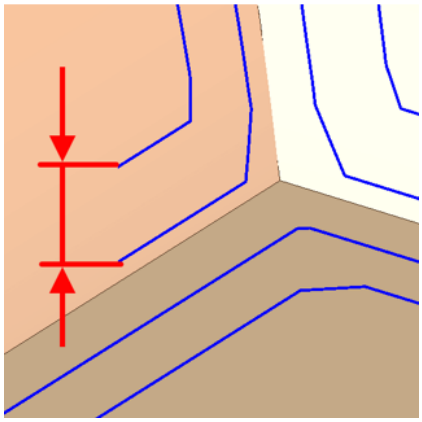


Угол двойного контакта. Параметр используется для отбора ребер модели, обрабатываемых на операции. Это угол между двумя точками в которых имеется одновременное касание поверхностей детали с рабочей частью инструмента. Инструмент будет работать в зонах внутри этого угла.

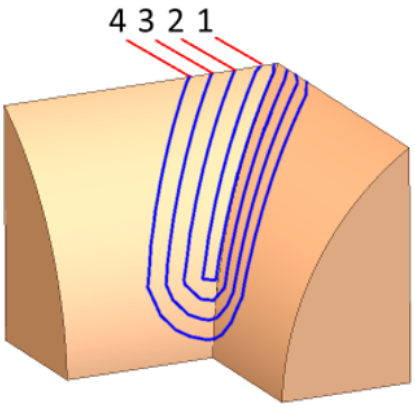
© 2025 ООО СПРУТ Технология



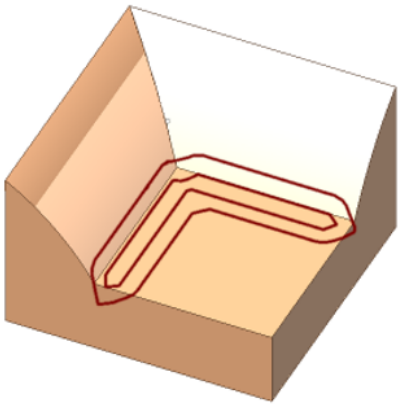
Шаг. Максимально допустимая ширина резания. Узнать больше.(see page 932)



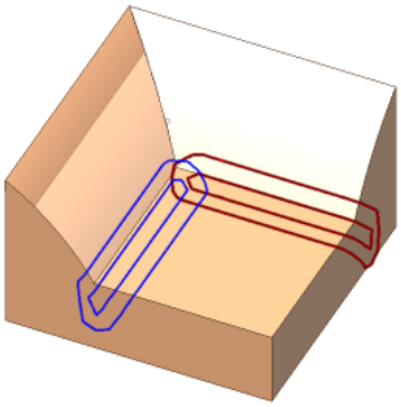
Количество проходов. Число проходов при обработке каждого угла. Это число проходов откладывается в каждую сторону от середины угла.



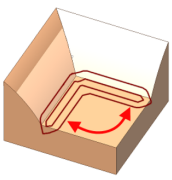
Обрабатывать кривые по отдельности. Если опция неактивна, то SprutCAM стремится объединить обработку нескольких углов там, где возможен плавный переход.



При установке флага траектория разделяется на области так, что разные углы, между которыми возможен плавный переход траектории от угла к углу, обрабатываются независимо друг от друга.



Угол объединения. Наименьший угол между объединяемыми траекториями обработки углов. Если угол между обрабатываемыми углами больше этой величины, траектория обработки этих углов будет разделена.



Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично . Узнать больше(see page 932). Эта группа

© 2025 ООО СПРУТ Технология

параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка:

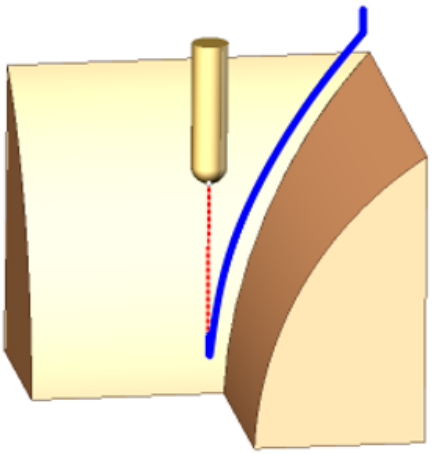
Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Обработка наклонных участков:

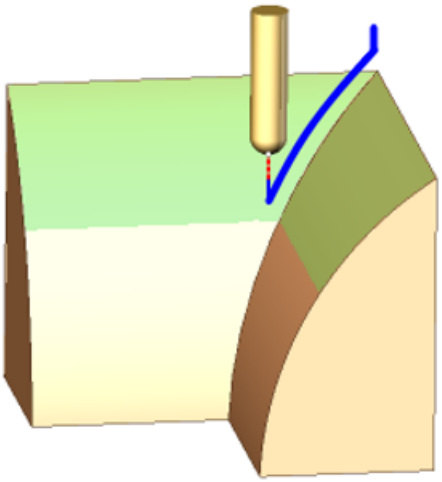
Определяет области обработки на основе крутизны производящих линий углов.

Нажмите здесь для раскрытия...

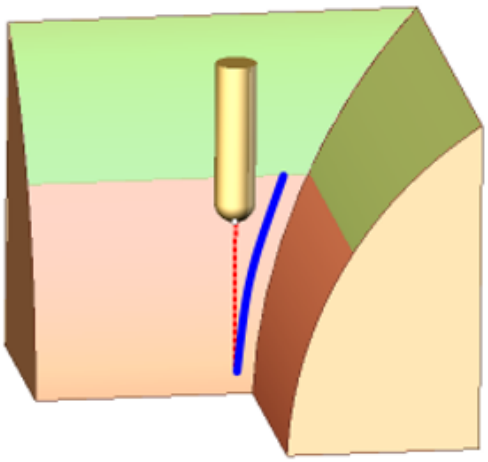
Всех. Обрабатываются как пологие так и крутые участки.



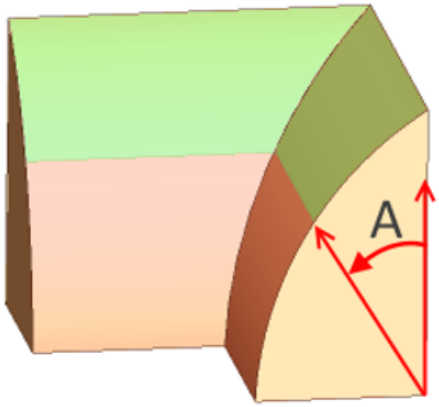
Пологих. Обрабатываются только пологие участки.



Крутых. Обрабатываются только крутые участки.



Угол разграничения Крутой/Пологий. Этот угол разграничивает понятие крутых и пологих участков.



Уровни обработки:

Определяет диапазон обработки по оси инструмента. Узнать больше.(see page 932) **Нижний уровень** определяется так же, как и в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

5-ти осевое преобразование:

Вы можете управлять положением инструмента при применении операции на пятикоординатном станке. Узнать больше.(see page 1081) Параметры **Ориентации инструмента** определяются так же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Параметры **Обрезки** такие же, как в **Черновой послойной операции.** Узнать больше.(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы

© 2025 ООО СПРУТ Технология

можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

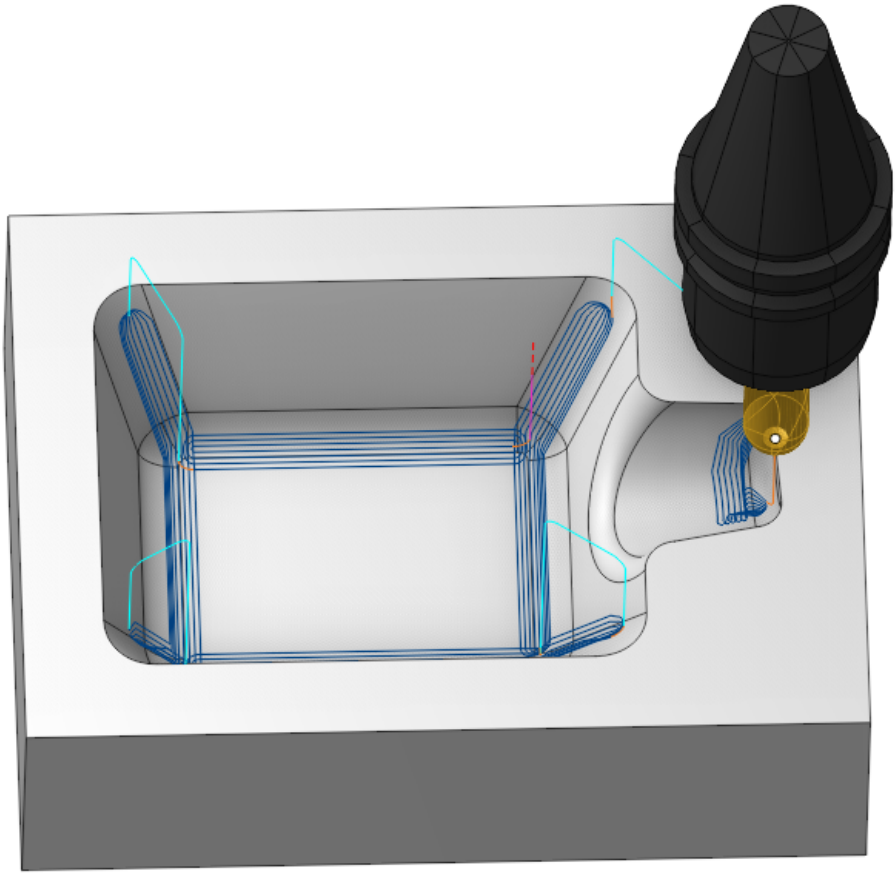
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Подчистка углов



Область применения:

Операция для подчистки на основе заданного диаметра предыдущего инструмента генерирует проходы в местах, где вышеупомянутый инструмент оставил бы недоработанный материал.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Проходы генерируются только в местах где инструмент касается **О**брабатываемых поверхностей. Если обрабатываемые поверхности не заданы, траектория рассчитывается по всей детали.

Рабочая зона. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки**.** Узнать больше(see page 523).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Зона ограничений. Помимо **Рабочей зоны** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539).

Кривая наклона. Это кривая, к которой направлен вектор оси инструмента при задании опции **5-ти осевое преобразование** и ориентации инструмента **Через кривую.**

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия:

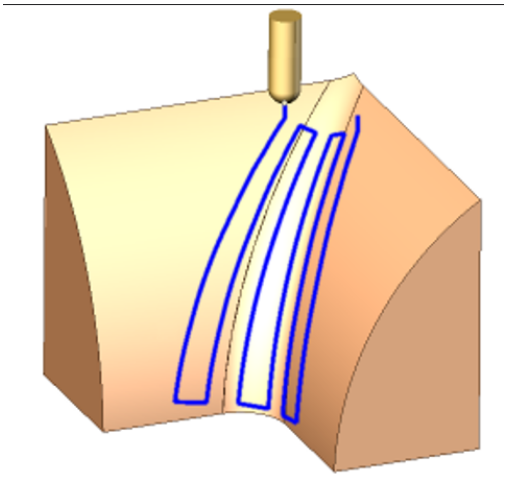
Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

Нажмите здесь для раскрытия...

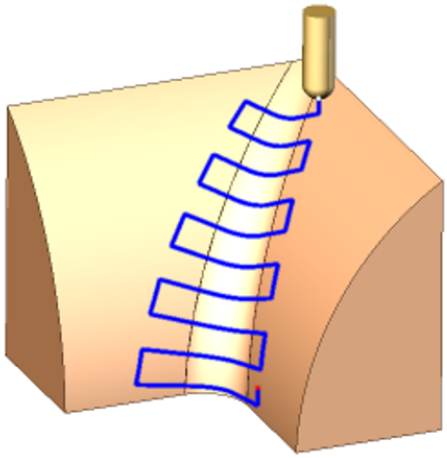
Ориентация траектории:

Нажмите здесь для раскрытия...

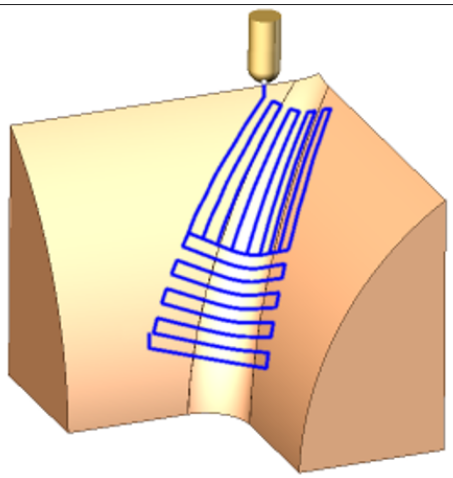
Вдоль. Проходы генерируются параллельно линиям внутренних углов.



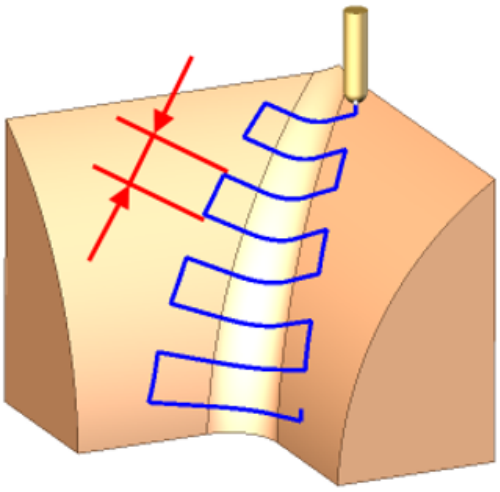
Поперек. Проходы генерируются поперек внутренних углов.



Комбинированная. Для пологих участков генерируются продольные проходы, для крутых - поперечные..



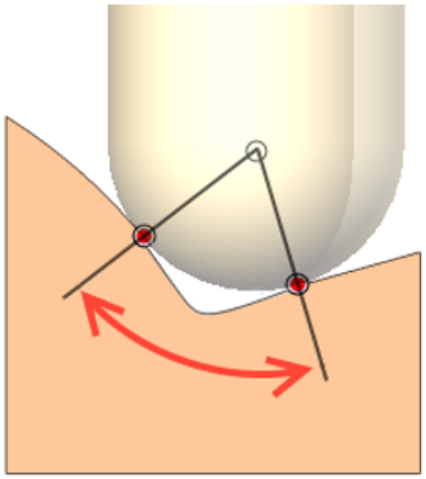
Шаг. Максимально допустимая ширина резания. Узнать больше.(see page 939)



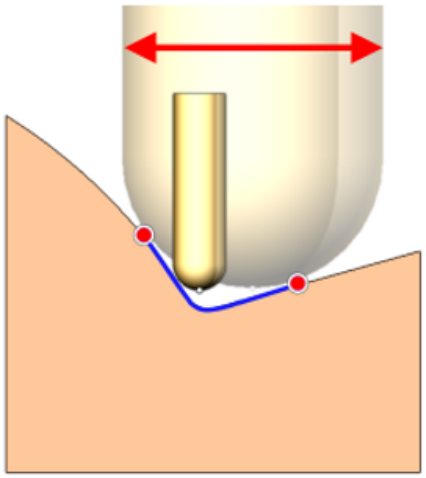
Угол двойного контакта. Параметр используется для отбора ребер модели, обрабатываемых на операции. Это угол между

© 2025 ООО СПРУТ Технология

двумя точками в которых имеется одновременное касание поверхностей детали с рабочей частью инструмента. Инструмент будет работать в зонах внутри этого угла.

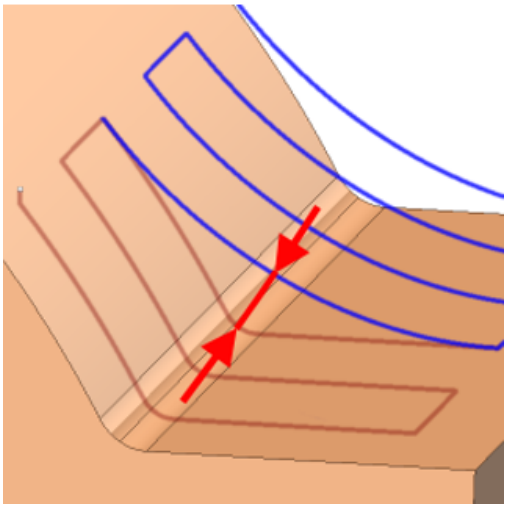


Диаметр предыдущего инструмента. Диаметр сферической фрезы, используемый для определения остаточного материала, обрабатываемого на данной операции.

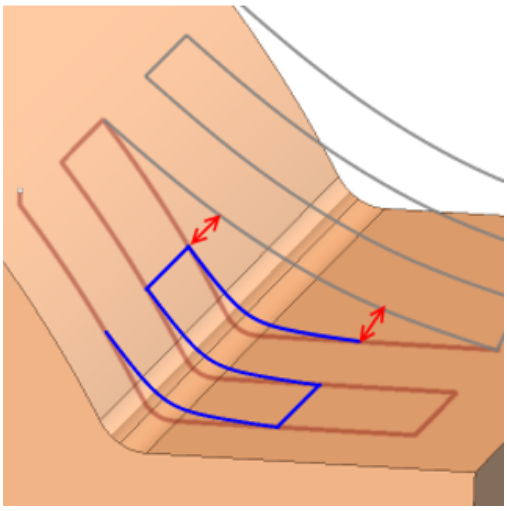


Макс. глубина резания. Максимально допустимая глубина реза.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

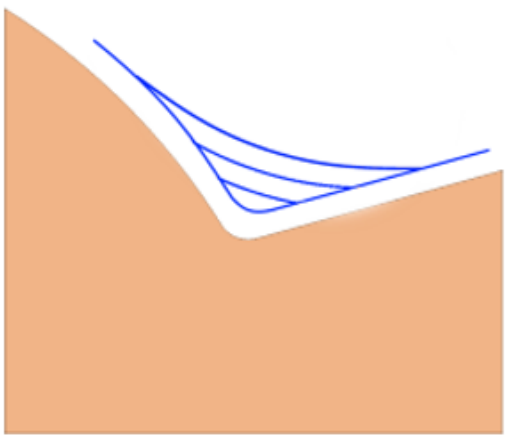


Мин. глубина реза. Минимально допустимая глубина реза.



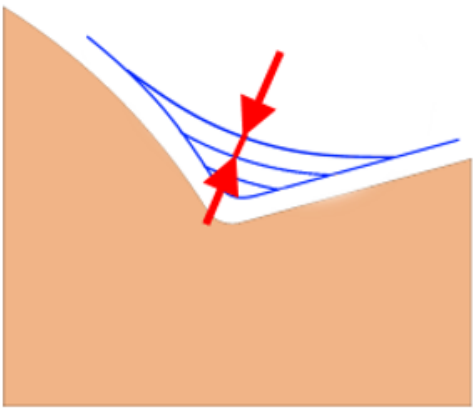
Черновые ходы. При установке флага генерируются дополнительные черновые проходы:

Нажмите здесь для раскрытия...



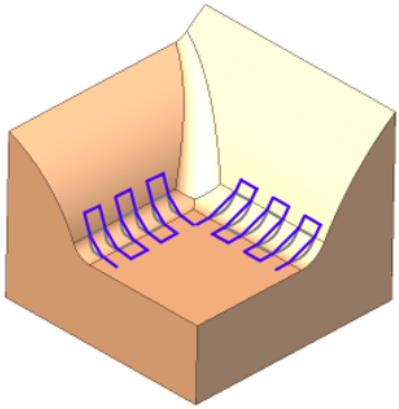
Черновой шаг. Расстояние между черновыми проходами.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

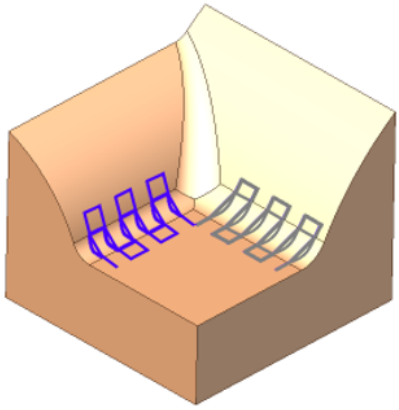


Способ объединения. Определяет порядок прохождения инструментом черновых проходов.

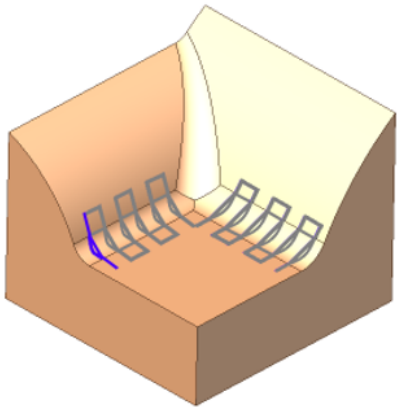
По уровням. Один уровень обрабатывается по очереди в каждом регионе, перед тем как прейти к обработке следующего уровня.



По регионам. Один регион полностью обрабатывается перед тем как перейти к обработке следующего региона.



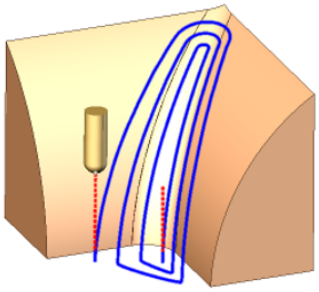
По строкам. Все уровни одной строки полностью обрабатываются перед тем как перейти к обработке следующей строки.



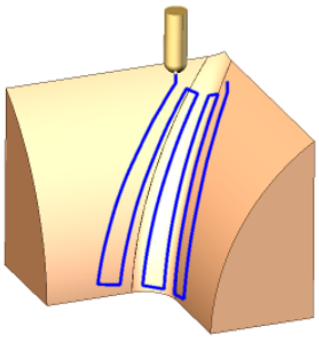
Тип переходов вдоль. Этот параметр появляется если в стратегии обработки присутствуют продольные проходы.

Нажмите здесь для раскрытия...

Спираль. Обработка одного региона выполняется траекторией в виде непрерывной спирали.

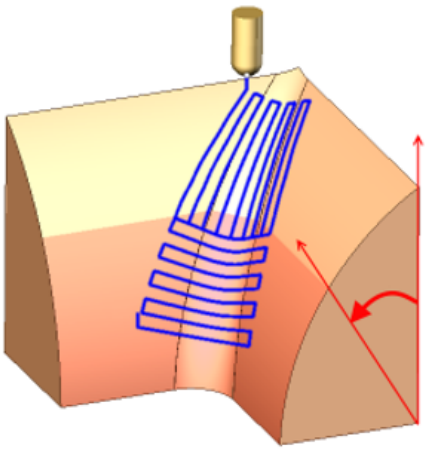


Линейный. Обработка одного региона выполняется проходами вдоль линии угла, с переходами между проходами.



Угол разграничения Крутой/Пологий. Параметр появляется если выбрана стратегия комбинированных проходов. Этот угол разграничивает понятие крутых и пологих участков.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично . Узнать больше(see page 939). Эта группа параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка:

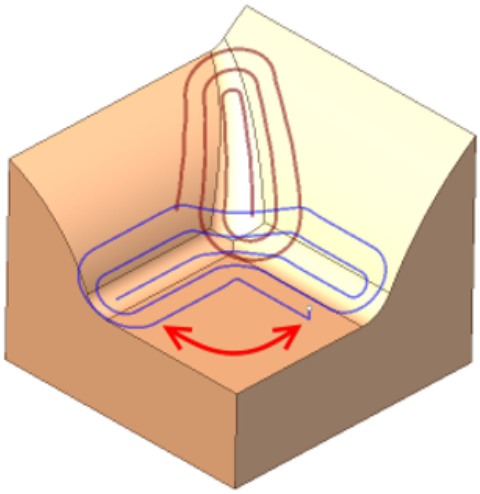
Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Объединение:

Управляет объединением траекторий обработки нескольких регионов при наличии такой возможности.

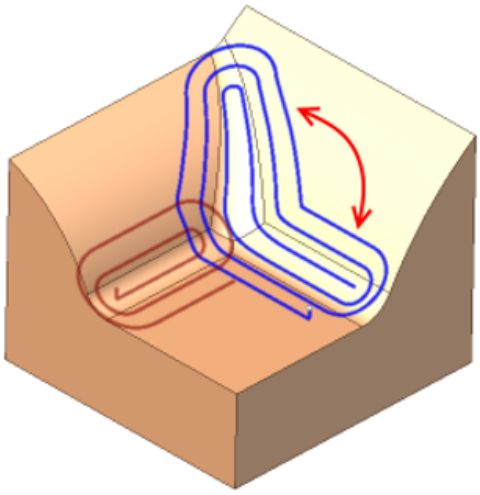
Нажмите здесь для раскрытия...

С постоянным Z. Предпочтительно объединяются траектории, расположенные в одной плоскости.

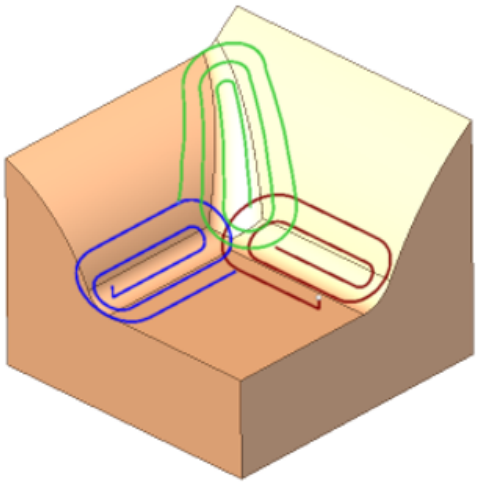


По углу. Предпочтительно объединяются траектории с возможностью плавного углового перехода.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Выкл. Каждый регион обрабатывается по отдельности.



Уровни обработки:

Определяет диапазон обработки по оси инструмента. Узнать больше.(see page 939) **Нижний уровень** определяется так же, как и в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

5-ти осевое преобразование:

Вы можете управлять положением инструмента при применении операции на пятикоординатном станке. Узнать больше.(see page 1081) Параметры **Ориентации инструмента** определяются так же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Параметры **Обрезки** такие же, как в **Черновой послойной операции.** Узнать больше.(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

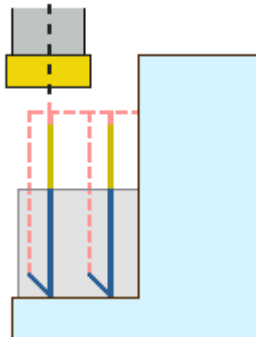
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.3.13 Плунжерная обработка



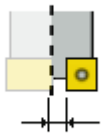
Опция плунжерной обработки позволяет генерировать вертикальные проходы по траекторий полученной из операций послойной, построчной обработки и выборки.

Эта опция требует инструмент, предназначенный для осевой обработки.

Параметры

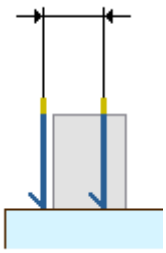
Центральный радиус

Размер центральной не режущей части инструмента.



Шаг

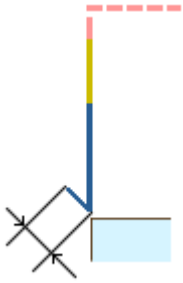
Шаг между проходами.



Расстояние отскока

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Расстояние на которое отводится инструмент.

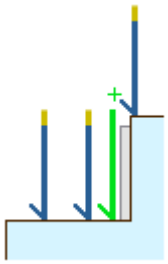


Дополнительный проход

Добавляет дополнительный проход если не может обработать деталь на текущем шаге.

Эта функция полезна когда остаются недоработанные участки вдоль вертикальных поверхностей детали.

Шаг для дополнительных проходов не учитывается.

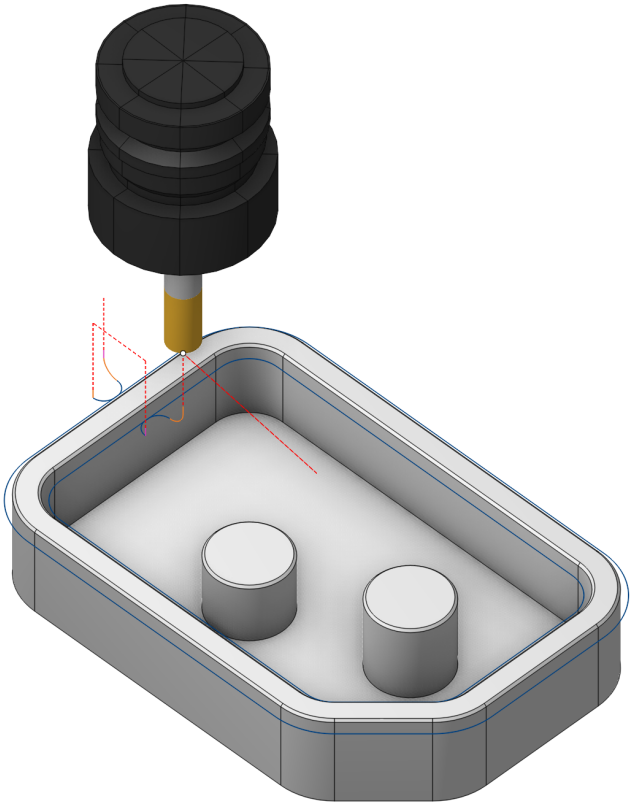


Расстояние подачи

Расстояние(вдоль оси инструмента) от включения подачи подхода до переключения на рабочую подачу.



5.8.3.14 Обработка фасок



Область применения:

В ходе операции создается траектория для снятия фаски с использованием цилиндрических концевых, конических и сферических фрез. Чаще всего его используют на последнем этапе для формирования фасок и скруглений, указанных в 3D-модели, для притупления острых кромок или удаления заусенцев по краям детали.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Добавить острое ребро. Эта функция позволяет создавать траекторию удаления фаски на основе кромок 3D-модели. При выборе поверхности вместо кромок в **Рабочем задании** мгновенно добавляются все острые кромки поверхности.

Добавить поверхность. Эта функция позволяет обрабатывать существующие фаски в 3D-модели путем выбора поверхностей, спроектированных как фаски.

Распознать. Данная функция позволяет автоматически распознавать и добавлять фаски в рабочее задание. Система классифицирует распознанные элементы на четыре типа: острые кромки, фаски CAD, скругления и фаски отверстий.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

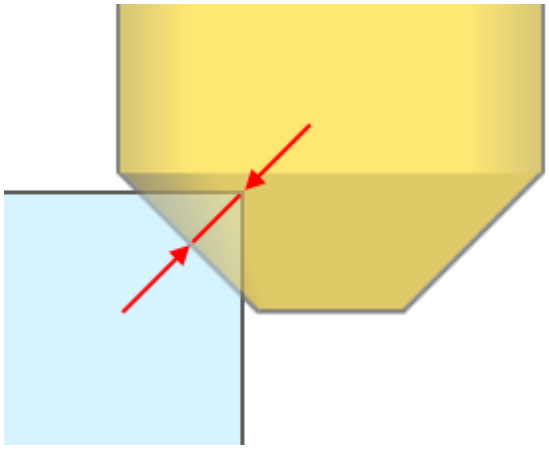
Стратегия:

Стратегия.

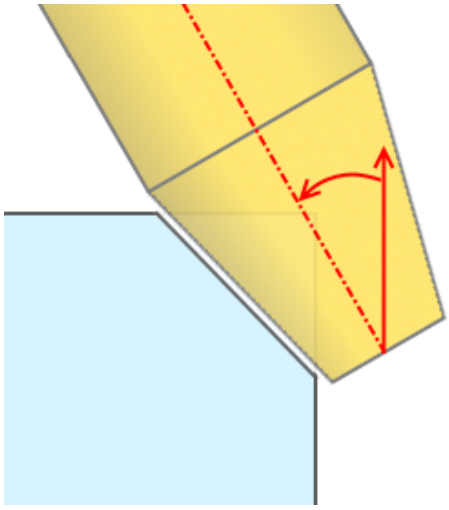
Это набор параметров, определяющих геометрические особенности процесса обработки.

Нажмите здесь для раскрытия...

Глубина фаски. Определяет глубину притупления острых кромок. Если обрабатывается «Фаска CAD», инструмент следует за поверхностью фаски.

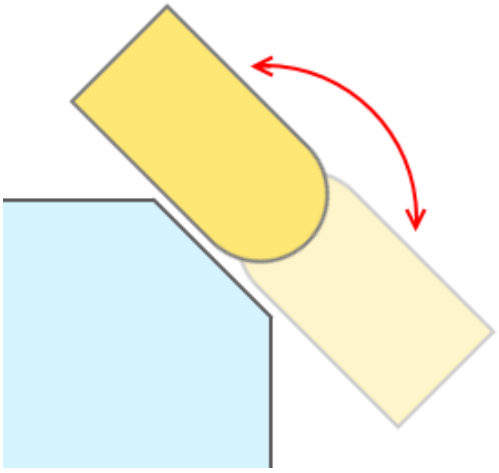


Наклонять инструмент. Данный параметр позволяет наклонить инструмент для снятия фаски боковой кромкой инструмента

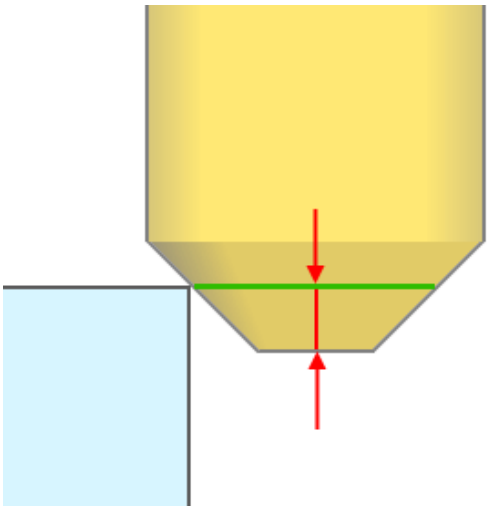


Инвертировать направление оси инстр. Данный параметр позволяет изменить направление вектора оси инструмента на противоположное. Такой же цели можно достичь, изменив сторону нажатием на стрелку направления в графическом окне. В этом

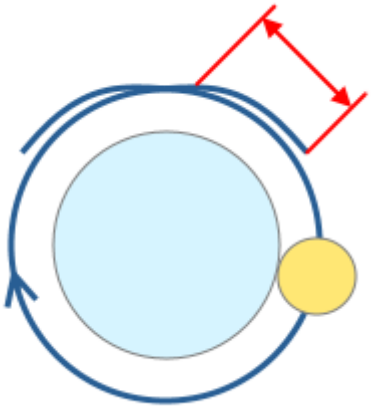
случае направление оси инструмента меняется для каждой кривой в отдельности



Точка контакта инструмента. Это точка на инструменте, которой он должен преимущественно касаться геометрических элементов, указанных в <*Рабочем задании*> операции. Точка контакта задается расстоянием от вершины инструмента. Также его можно изменить в интерактивном режиме в графическом окне.

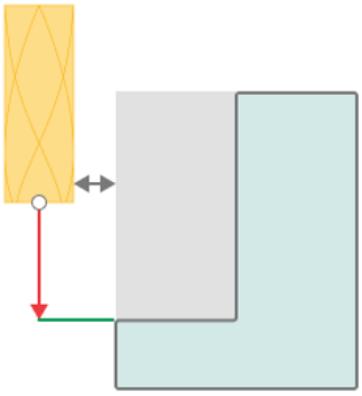


Перебег. Позволяет удлинять траекторию в замкнутых фасках чтобы не оставалось заусенцев на стыке



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Безопасное расстояние. Минимально допустимое расстояние от нерабочей части инструмента до детали, для предотвращения нерабочего касания элементов детали и инструмента. Имеет значение при снятии фасок в углублениях, карманах и т.п.



Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновая послойная операция.** Узнать больше(see page 876)

Нажмите здесь для раскрытия...

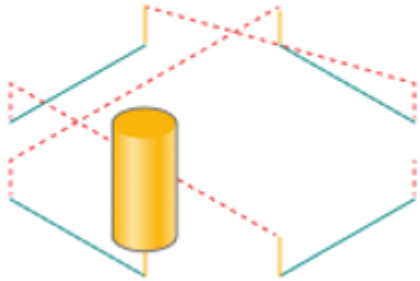
Направление кривой. Направление подачи фрезы совпадает с направлением вектора **Рабочего задания.**

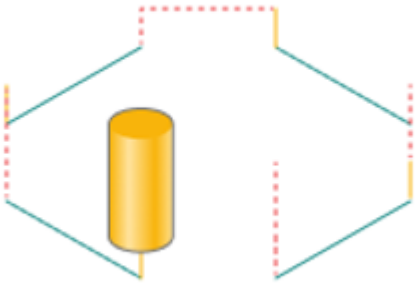
Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия...

Минимизация холостых ходов. Порядок обработки профилей отсортирован так, чтобы минимизировать холостые движения.





Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

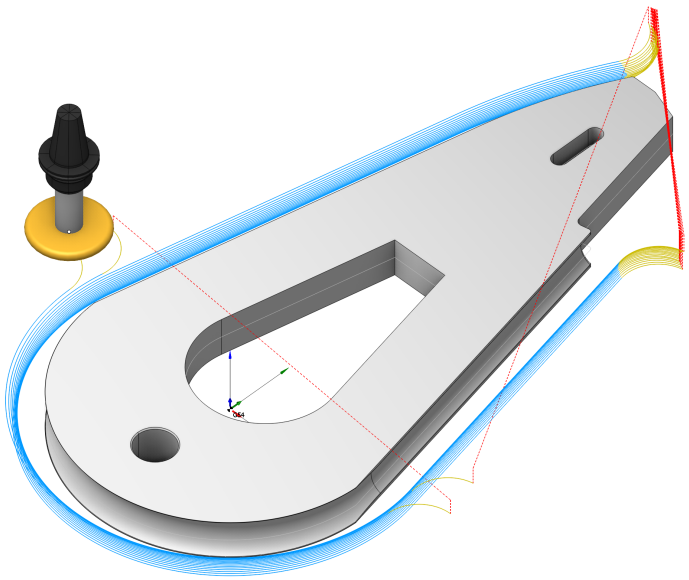
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.3.15 Послойная операция с поднутрениями



Область применения:

Послойная операция с поднутрениями необходима для создания углублений, канавок или полостей с помощью фрезерного инструмента. Эта операция создает траекторию "водяной линии" для подрезного инструмента.

Рабочее задание:

Поверхности. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочего задания. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Рабочая зона. Рабочие зоны используются для определения областей детали, которые должны быть обработаны операциями фрезерования черновой и чистовой обработки. Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. В дополнение к **рабочим зонам** в системе вы можете использовать **зоны ограничения**, чтобы указать области заготовки, которые не должны обрабатываться в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Узнать больше(see page 530)

Свойства. Отображение свойств элемента. Возможно добавление заготовки. Вызвать это меню также можно дважды щелкнув по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

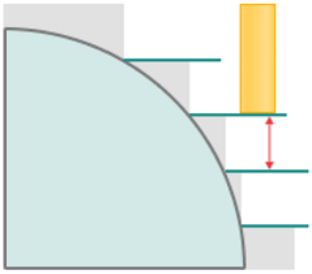
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Стратегия:

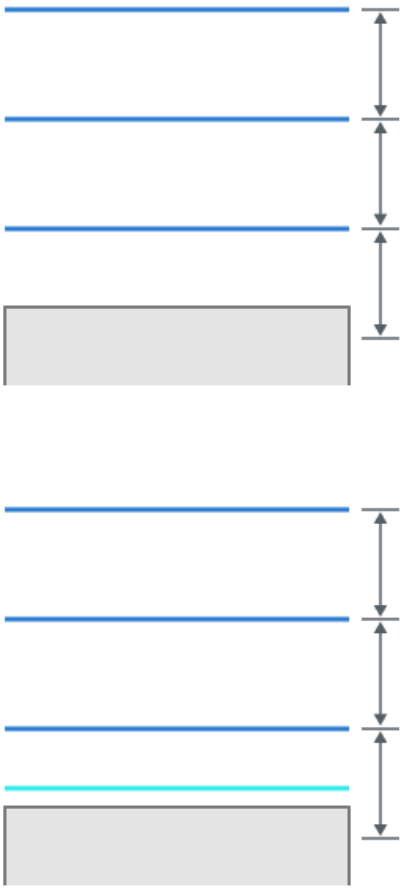
Шаг.

Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним уровнями**.

Нажмите здесь для раскрытия..



Адаптивный шаг. Дополнительный проход на верхнем или нижнем уровне. Необходим для подчистки детали.



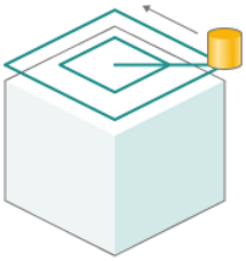
Черновые проходы.

Траектория инструмента смещается в плоскости на величину толщины **«Черновые проходы»**.

Нажмите здесь для раскрытия..

Стратегия обработки:

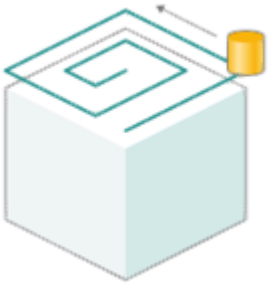
Эквидистантная. Обработка по кривым, полученным путем смещения контура детали. Узнать больше(see page 1162)



Адаптивная. Эта стратегия используется для эффективного удаления больших объемов материала с высокой скоростью подачи, максимальной

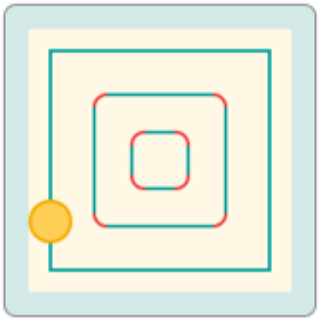
© 2025 ООО СПРУТ Технология

глубиной резания (до длины канавок) и относительно небольшой шириной резания (от 5% до 30% диаметра инструмента). Узнать больше(see page 1160)

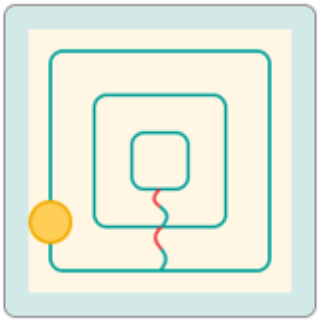


Черновой шаг. Шаг между черновыми проходами.

Черновой радиус сглаживания. Параметр необходим для скругления углов при черновом проходе.



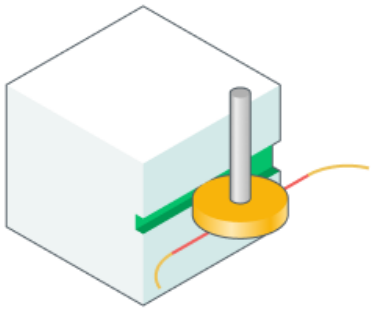
Радиус перехода. Радиус перехода для переходов, а также переходов трохоидальных дуг. Радиус перехода должен быть больше чем «безопасное расстояния».



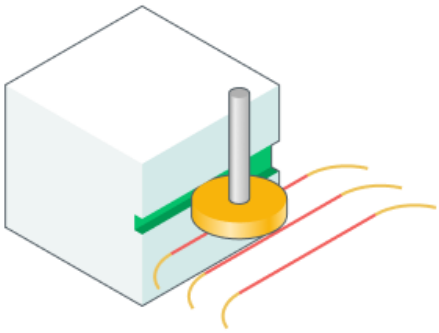
Количество шагов. Количество проходов черной обработки.

Сортировка. Эта вкладка необходима для сортировки отображаемых фрагментов. Эта группа параметров работает аналогично **черновой послойной операции**. Узнать больше(see page 876)

Проверка заготовки. Если включено: добавляет количество проходов на основе значений параметров **"Шаг черновой обработки"** и **"Количество шагов"**, учитывая толщину заготовки. Если количество проходов превышает толщину заготовки, дополнительные проходы, не обрабатывающие заготовку, не выполняются.



Если отключено: добавляет количество проходов на основе значений параметров **"Шаг черновой обработки"** и "**Количество шагов"**, игнорируя заготовку.



Уровни обработки.

Определяет диапазон вдоль оси инструмента для обработки. Эта группа параметров работает аналогично черновой послойной операции. Узнать больше(see page 876)

Тип фрезерования.

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций фрезерования по кривой. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (входной или выходной) в процессе расчета траектории инструмента.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Эта группа параметров работает аналогично черновой послойной операции. Узнать больше(see page 876)

Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности. Эта группа параметров работает аналогично **черновой послойной операции**. Узнать больше(see page 664)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.4 Операции для 4-х и 5-ти координатной обработки

Современные фрезерные станки и обрабатывающие центры позволяют производить обработку одновременно по пяти управляемым осям. Конструкция станков может быть различной, но принцип 5-ти-координатной обработки общий и заключается в том, что взаимное расположение инструмента относительно детали описывается тремя линейными и двумя угловыми размерами. Разделяют следующие типы много координатной фрезерной обработки:

1. <Индексная пяти координатная обработка(see page 494)>. В этом случае угловые размеры фиксируются в требуемой позиции в самом начале, а затем производится обычная трех координатная обработка с перемещением по трем линейным осям.
2. <Поворотная обработка с применением цилиндрической интерполяции(see page 1007)>. Вообще говоря, данный тип обработки подразумевает одновременное перемещение по трем осям: двум линейным и одной поворотной. Обработка производится на поверхности цилиндра, а обрабатываемые элементы задаются по имеющейся цилиндрической развертке.
3. <Непрерывная 4х-координатная обработка тел вращения(see page 1003)> на основе существующей трехмерной модели или развертки может создаваться с помощью операций < Гравировка > и < Выборка > путем задания поверхности вращения в качестве базовой. В частности, операции позволяют производить выборку карманов на цилиндрической поверхности
4. <Непрерывная 5ти-осевая обработка(see page 1009)Непрерывная 5ти-осевая обработка >кривых и поверхностей может осуществляться в операции <5D контур>
5. Непрерывная 4х-координатная обработка произвольных геометрических моделей выполняется с использованием операции< Ротационная обработка(see page 979) >< Ротационная обработка >.
6. Обработка отверстий с произвольным расположением осей выполняется в операции < Обработки отверстий(see page 791) >.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Индексная 5-ти координатная обработка(see page 1007)

4-х координатная обработка с применением цилиндрической интерполяции(see page 1007)

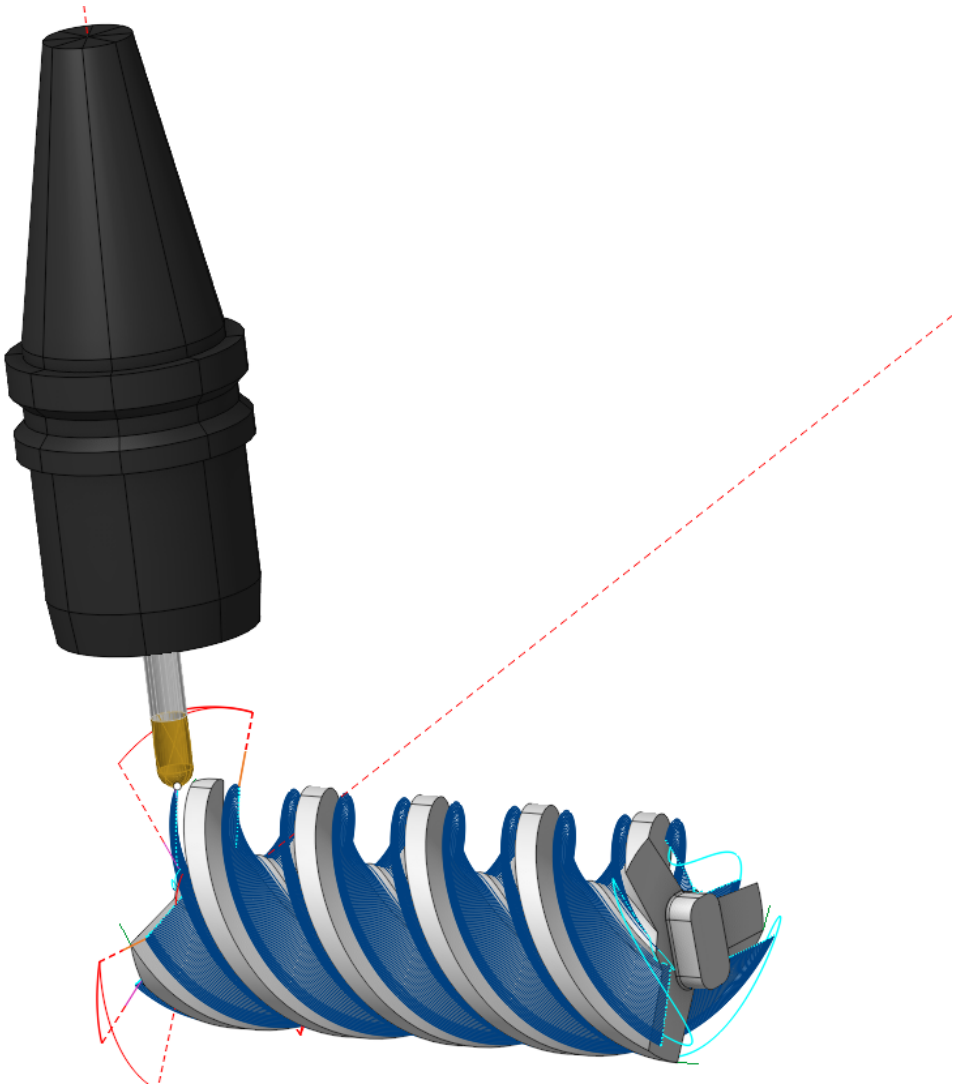
4-х координатная обработка с применением операций <Гравировка> и <Выборка>(see page 1003)

Операция обработки отверстий(see page 791)

Операция 5D контур(see page 1009)

Ротационная обработка(see page 979)

5.8.4.1 Ротационная послойная операция



Область применения:

Основана на операции **5D по поверхностям** и настроена для ротационной обработки таких моделей как шнеки и тела вращения. Она доступна для использования в **4X** и **5X** конфигурациях, но в ней блокированы многие из стратегий пятикоординатной обработки, углы наклона инструмента, функции избегания сингулярности и отклонения осей. Предустановлена только стратегия

Вокруг оси вращения и **Ориентация инструмента** установлена только **К поворотной оси**. Таким образом, проходы траектории инструмента генерируются как сечения обрабатываемых поверхностей через заданный **Шаг** цилиндрами с осью, заданной как **Поворотная ось.** При пустой **Рабочей зоне**, будет производиться обработка всей модели.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Выберите поверхности детали в качестве рабочего задания. Траектория будет строиться на выбранных поверхностях.

Поверхности для проецирования. Поверхности, предназначенные для обработки и на которые переносится траектория, при включении опции **Проецировать траекторию на деталь** во вкладке **Стратегия**.

Рабочая зона. Определяет области детали, ограниченные 2D геометрией, внутри которых должны быть сформированы рабочие проходы. Можно выбрать нормаль к области, ограниченной **Рабочей зоной**. Узнать больше.(see page 523)

Зона ограничений. В дополнение к **Рабочей зоне** можно выделить **Зону ограничений**, в виде областей детали, ограниченных кривыми и ребрами, которые не должны быть обработаны на текущей операции. Узнать больше.(see page 539)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню **Свойства** двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

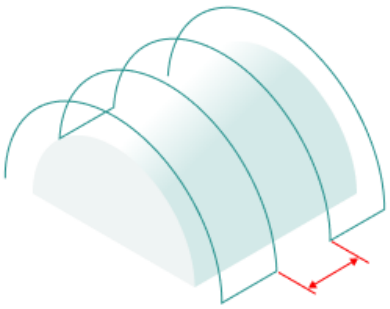
Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Шаг:

Максимально допустимая ширина резания. Узнать больше.(see page 964)

Нажмите здесь для раскрытия...

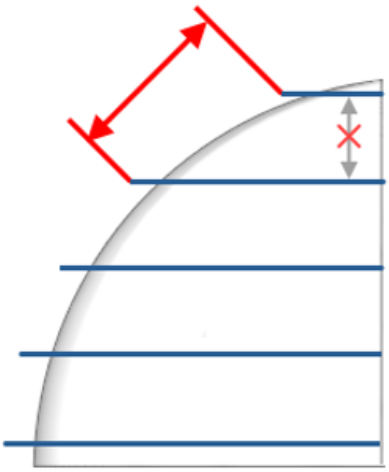


© 2025 ООО СПРУТ Технология

Адаптивный шаг:

Данный параметр изменяет расстояния между проходами инструмента соответственно радиусам кривизны поверхности и инструмента так, чтобы оставалась постоянная величина гребешка после обработки поверхности. Узнать больше.(see page 751)

Нажмите здесь для раскрытия...



Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично . Узнать больше(see page 964). Эта группа параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

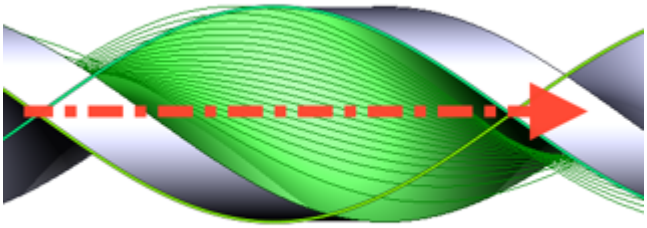
Сортировка:

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности. Эта группа параметров работает аналогично как в **операции 5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Поворотная ось:

Ось секущих цилиндров, которые используются для построения линий траектории инструмента.

Нажмите здесь для раскрытия...



Рабочая зона:

Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **Рабочее задание.**

Нажмите здесь для раскрытия...

Отступ от начала. Наименьший радиус, отсчитанный от **Поворотной оси**, на котором имеют место рабочие проходы.

Ширина области. Наибольший радиус, отсчитанный от **Поворотной оси**, на котором имеют место рабочие проходы.

Сглаживание углов:

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели. Эта группа параметров работает аналогично как в **операции 5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Черновые проходы:

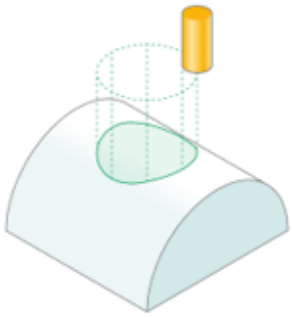
Траектория инструмента смещается на величину толщины **Черновых проходов**. Дополнительные проходы добавляются в контур по указанному в параметрах значению с указанным количеством шагов. Эта группа параметров работает аналогично как в **операции 5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Проецировать траекторию на деталь.

Установка флага позволяет выполнить построение траектории обработки поверхностей, установленных в **Рабочем задании** как **Поверхности для проецирования** путем переноса траектории, полученной для **Обрабатываемой поверхности**, на **Поверхности для проецирования**.

Нажмите здесь для раскрытия...

© 2025 ООО СПРУТ Технология



При установке флага, в качестве **Обрабатываемой поверхности** необходимо указать не поверхности на детали, которые должны быть непосредственно обработаны (фрезеруемые поверхности), а поверхности на вспомогательной геометрии, которую можно получить, например, дополнительными построениями в CAD-модуле. Эти поверхности должны быть расположены относительно фрезеруемых поверхностей так, чтобы с них можно было легко проецировать траекторию. Непосредственно обрабатываемые поверхности должны быть объявлены как **Поверхности для проецирования**.

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Эта группа параметров работает аналогично как в **операции 5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние

до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Ссылки по теме:

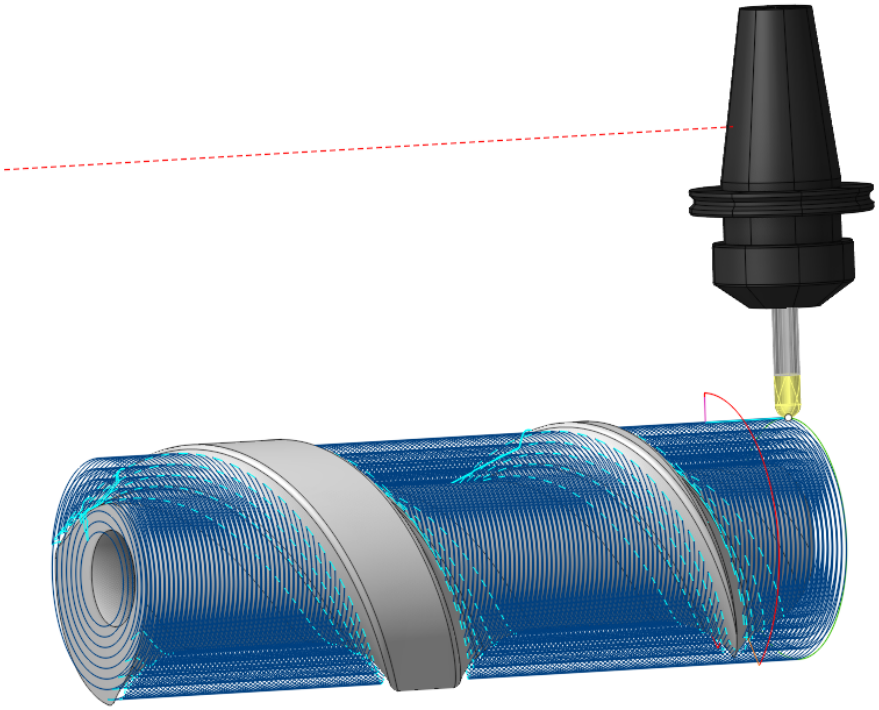
Операция 5D по поверхностям(see page 1032)

5-ти осевая обработка(see page 1004)

Операции для 4-х и 5-ти осевой обработки(see page 963)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.4.2 Черновая ротационная операция



Область применения:

Черновая ротационная - это четырехкоординатная операция для непрерывной черновой обработки, удаляющая материал заготовки слой за слоем. Она схожа с **Черновой послойной**(see page 876) операцией с тем отличием, что слои обработки представляют собой не плоскости, а концентрические цилиндры с осью, лежащей на Поворотной оси.

Рабочее задание:

Кривая спирали. Кривая, необходимая для указания угла спирали для стратегии **Угол по кривой.**

Верхний уровень. Указание верхнего уровня по элементам модели. Этот уровень определяет наибольший радиус на модели, где имеют место рабочие проходы. Узнать больше(see page 970).

Нижний уровень. Указание нижнего уровня по элементам модели. Этот уровень определяет наименьший радиус на модели, где имеют место рабочие проходы . Узнать больше(see page 970).

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Рабочая зона.

Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **Рабочее задание.**

Нажмите здесь для раскрытия...

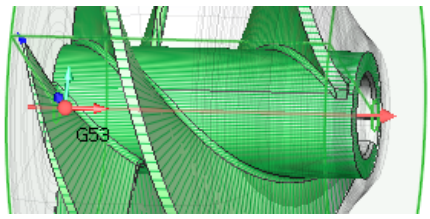
Поворотная ось. Вектор оси инструмента направлен от заданной **Поворотной оси.** Расположение поворотной оси, относительно которой рассчитывается операция, может быть указано в инспекторе свойств. Можно изменить **Поворотную ось** интерактивно в графическом окне, используя стрелку, или выбрать ее из выпадающего меню.

Если в выпадающем списке выбрано одно из значений СК заготовки (Глобальная СК) X, **СК заготовки (Глобальная СК)** Y, **СК заготовки (Глобальная СК)** Z, то ось вращения будет ориентирована вдоль соответствующей оси системы координат.

Направление. Если выбрано значение **СК заготовки (Глобальная СК) (0,0,0)**, то ориентация поворотной оси определяется произвольным вектором, координаты которого задаются в группе **На**правление. Можно задать направляющие косинусы относительно каждой оси.

Начало. В полях группы Начало задаются координаты точки, которая служит началом координат выбранной поворотной оси.

Базовая система координат. Переключает координатную систему поворотной оси между глобальной системой координат и системой координат заготовки.



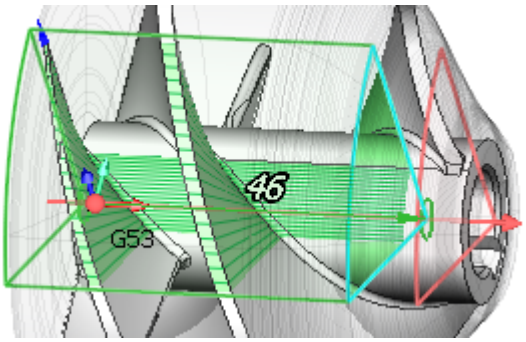
Мин. осевое положение. Это минимальное расстояние, отсчитанное от **Начала**, где имеют место проходы инструмента. В режиме **Авто** этот параметр рассчитывается по габаритам заготовки.

Макс. осевое положение. Это максимальное расстояние, отсчитанное от **Начала**, где имеют место проходы инструмента. В режиме **Авто** этот параметр рассчитывается по габаритам заготовки.

Угловая область. Это сектор, ограниченный **Начальным** и **Конечным углами**, где происходит обработка. Изменить размеры рабочей зоны можно перетаскиванием мышью соответствующей стороны

© 2025 ООО СПРУТ Технология

сектора в графическом окне или заданием точного числового значения в текстовом поле, которое появляется на размерной линии.



Начальный угол. Начальный угол области.

Конечный угол. Конечный угол области.

Форма траектории:

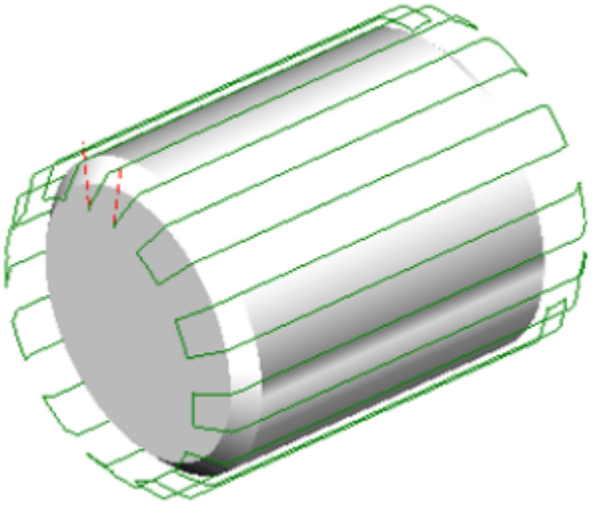
Определяет формат вывода траектории.

Нажмите здесь для раскрытия...

Траектория может быть представлена в одной из следующих форм:

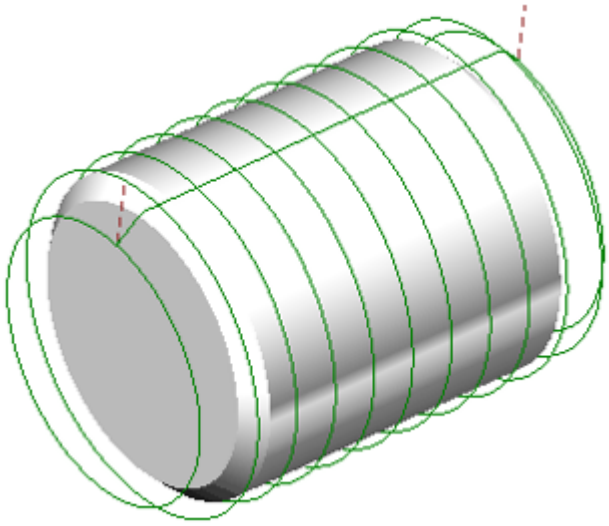
Нажмите здесь для раскрытия...

Линии. При выборе этого пункта рабочие ходы получаются как линии пересечения обрабатываемых поверхностей и плоскостей, проходящих через **Поворотную ось**.

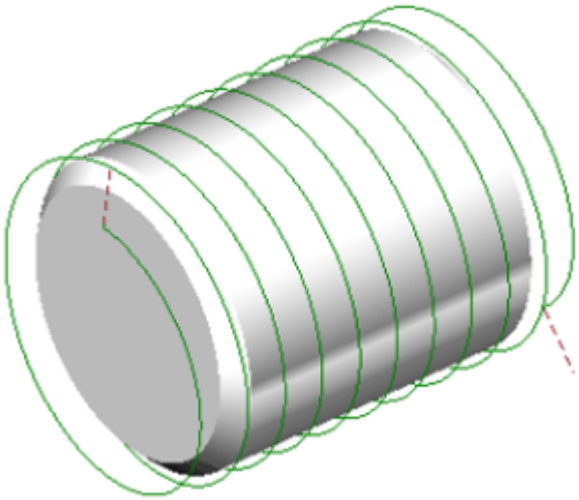


Окружности. При выборе этого пункта рабочие ходы получаются как линии пересечения обрабатываемых поверхностей и плоскостей, перпендикулярных к **Поворотной оси**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Спирали. Рабочие ходы будут иметь форму непрерывной спирали. Такая стратегия хорошо подходит для обработки таких деталей как шнеки и крыльчатки.



Шаг. Расстояние между проходами инструмента вдоль поворотной оси.

Осевое направление. В зависимости от значения параметра Форма траектории он определяет либо направление самих рабочих ходов, либо порядок следования нескольких рабочих ходов. В случае спирали, шаг которой совпадает с шагом обработки, данный параметр влияет на направление закручивания спирали.

Прямое. Направление проходов инструмента соответствует направлению вектора **Поворотной оси.**

Обратное. Направление проходов инструмента противоположно направлению вектора **Поворотной оси.**

Шаг спирали. Определяет параметры траектории спиральных проходов. Шаг спирали может быть как

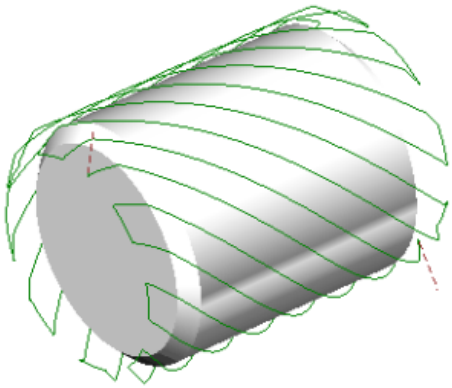
© 2025 ООО СПРУТ Технология

положительной, так и отрицательной величиной. Знак шага определяет направление закручивания спирали.

Одинаковый с шагом обработки. Получается одна спираль.

мм, %D инстр, Угол. Может быть задан произвольным значением в виде абсолютной величины, в процентах от диаметра инструмента, либо углом подъема витков спирали в градусах. Если шаг спирали не равен **Шагу** обработки, то получается серия спиралевидных проходов, отстоящих друг от друга на величину **Шага** обработки.

Угол по кривой. Автоматически определяет угол наклона спирали на основе кривой из **Рабочего задания**.



Использовать гибкую ось. При установке флага, ось, относительно которой формируются рабочие ходы, в каждом из сечений будет автоматически рассчитываться как средняя арифметическая точка центров кривизны профилей данного сечения. В результате траектория получается равномерной, без разрывов, с правильным изменением ориентации оси инструмента относительно детали. Опция применяется для обработки деталей типа «коленчатый вал», в которых имеется явная осевая асимметрия отдельных участков.

Тип фрезерования.

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории . Узнать больше.(see page 970).

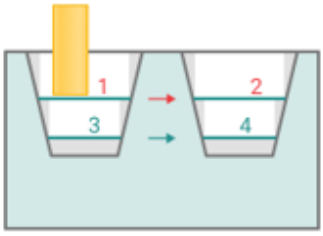
Параметры **Типа фрезерования** такие же, как и в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка.

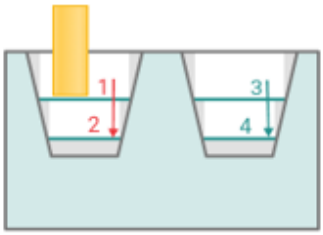
Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия...

По слоям. Один слой обрабатывается по очереди в каждом профиле, перед тем как прейти к обработке следующего слоя.



По строкам. Все слои одного профиля полностью обрабатываются перед тем как перейти к обработке следующего профиля.

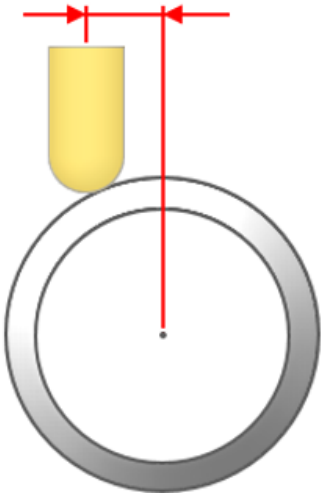


Смещение.

Точка, к которой ориентирован инструмент, может быть смещена относительно **Поворотной оси**. Это выполняется Для снижения эффекта ухудшения условий резания в месте контакта инструмента с заготовкой. Смещение может задаваться либо абсолютным значением, либо в процентах от диаметра инструмента. Оно может принимать положительные и отрицательные значения.

Нажмите здесь для раскрытия...

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Уровни обработки.

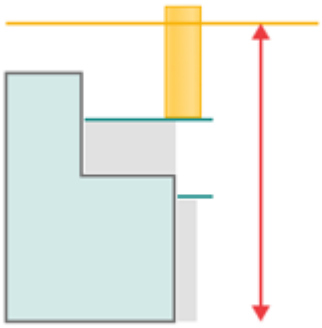
Определяет диапазон обработки по оси инструмента.

Нажмите здесь для раскрытия...

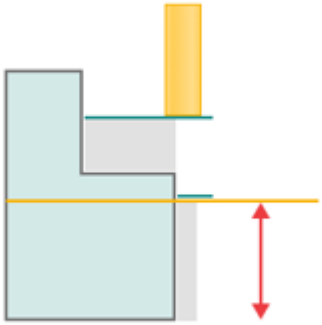
Шаг в глубину. Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним уровнями**. Если шаг задан количеством слоев, то будет выполнено столько дополнительных проходов, сколько указано. Если же шаг задан расстоянием или в процентах от диаметра инструмента, то количество слоев определяется как припуск деленный на **Шаг в глубину**.

Равномерный шаг. При установке флага, система распределяет проходы по глубине так, чтобы обеспечить равномерную глубинку резания в пределах снимаемого припуска.

Верхний уровень. Радиус на котором выполняется первый проход инструмента. Верхний уровень обработки можно установить динамически или по размерам. Значение по умолчанию основано на уровне заготовки.



Нижний уровень. Радиус, на котором выполняется последний проход инструмента. Нижний уровень для обработки можно установить динамически или по размерам. Значение по умолчанию основано на уровне заготовки.



Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи

© 2025 ООО СПРУТ Технология

для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

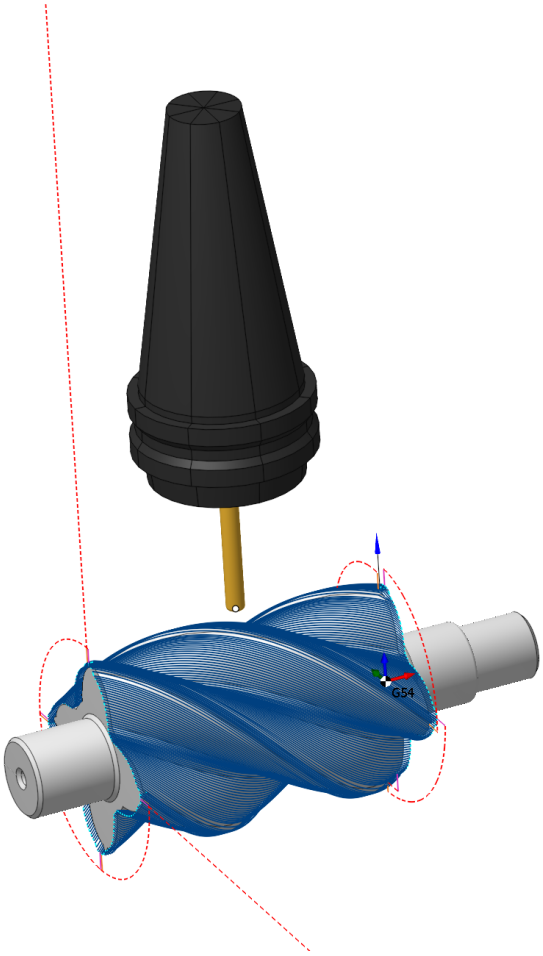
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.4.3 Ротационная обработка



Область применения:

Операция Ротационная обработка становится доступной, если станок имеет хотя бы одну непрерывную поворотную ось. Она применяется при обработке деталей типа кулачковых либо коленчатых валов, червяков, лопастей для автомобильной, нефтяной и газовой промышленности, также используется для обработки декоративных фигур и других деталей сложной геометрической формы. Главной особенностью операции является то, что помимо линейных осей задействованной оказывается в основном одна четвертая поворотная ось при фиксированном положении пятой оси (если она присутствует). В некоторых случаях задействованной может оказаться и пятая ось станка. Операция позволяет обрабатывать как отдельные участки детали(see page 730), так и деталь целиком. В первом случае в рабочем задании(see page 499) следует указать элементы, которые следует обработать. Во втором случае достаточно оставить рабочее задание пустым.

Рабочее задание:

Поверхности. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Кривая спирали. Кривая, необходимая для указания угла спирали для стратегии **Угол по кривой.**

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Рабочая зона:

Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **Рабочее задание.**

Нажмите здесь для раскрытия...

Только поверхности. Обработка производится только на выбранных поверхностях.

С ребрами. Результирующая траектория включает в себя участки обработки выбранных поверхностей и участки обката инструментом ребер.

С ограничивающей моделью. Результирующая траектория включает в себя участки обработки выбранных поверхностей, участки обката инструментом ребер и участки с поверхностями, формирующими ограничения.

Ориентация поворотной оси. Вектор оси инструмента направлен от заданной **Поворотной оси.** Расположение поворотной оси, относительно которой рассчитывается операция, может быть указано в инспекторе свойств. Можно изменить **Поворотную ось** интерактивно в графическом окне, используя стрелку, или выбрать ее из выпадающего меню.

Если в выпадающем списке выбрано одно из значений Вдоль X, Вдоль Y, Вдоль Z, то ось вращения будет ориентирована вдоль соответствующей оси системы координат.

Направление. Если выбрано значение Произвольная ось, то ориентация поворотной оси определяется произвольным вектором, координаты которого задаются в группе **На**правление. Можно задать направляющие косинусы относительно каждой оси.

Начало. В полях группы Начало задаются координаты точки, которая служит началом координат выбранной поворотной оси.

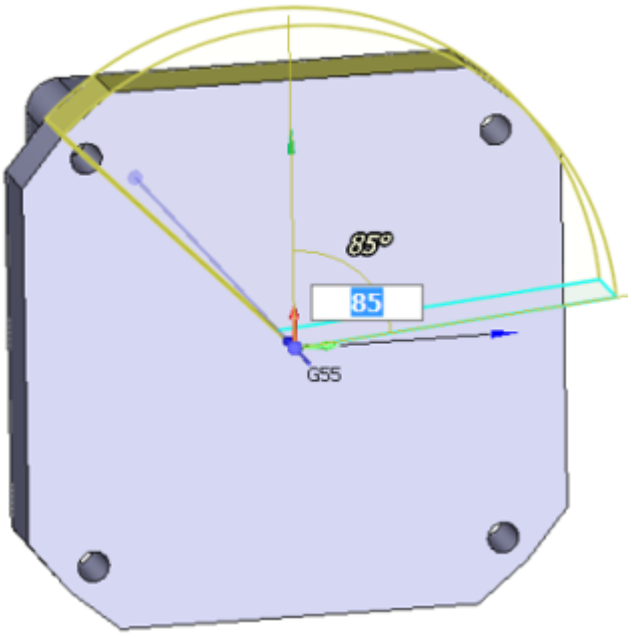
Базовая система координат. Переключает координатную систему поворотной оси между глобальной системой координат и системой координат заготовки.

Минимальное положение на оси. Это минимальное расстояние, отсчитанное от **Начала**, где имеют место проходы инструмента. В режиме **Авто** этот параметр рассчитывается по габаритам заготовки.

Максимальное положение на оси. Это максимальное расстояние, отсчитанное от **Начала**, где имеют место

проходы инструмента. В режиме **Авто** этот параметр рассчитывается по габаритам заготовки.

Угловой сектор. Это сектор, ограниченный **Начальным** и **Конечным углами**, где происходит обработка. Изменить размеры рабочей зоны можно перетаскиванием мышью соответствующей стороны сектора в графическом окне или заданием точного числового значения в текстовом поле, которое появляется на размерной линии.



Начальный угол. Начальный угол сектора.

Конечный угол. Конечный угол сектора.

Обработка изнутри. Параметр позволяет обрабатывать внутренние поверхности детали (проецировать траекторию на внутренние поверхности детали). Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям**. В разделе **Рабочая зона.** Узнать больше(see page 1032)

Форма траектории:

Определяет формат вывода траектории.

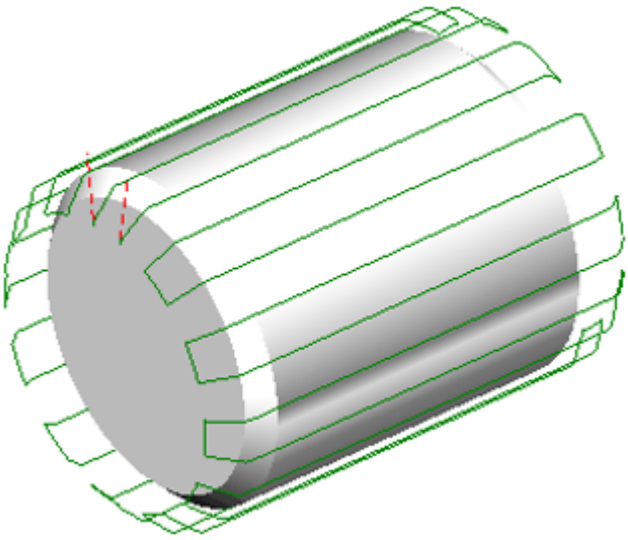
Нажмите здесь для раскрытия...

Траектория может быть представлена в одной из следующих форм:

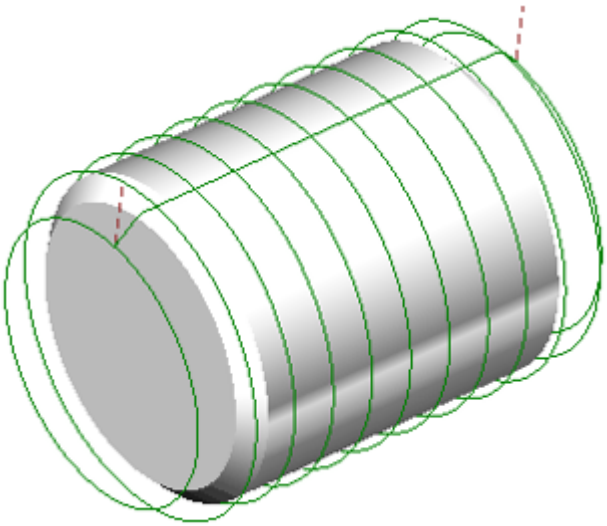
Нажмите здесь для раскрытия...

Прямые. При выборе этого пункта рабочие ходы получаются как линии пересечения обрабатываемых поверхностей и плоскостей, проходящих через **Поворотную ось**.

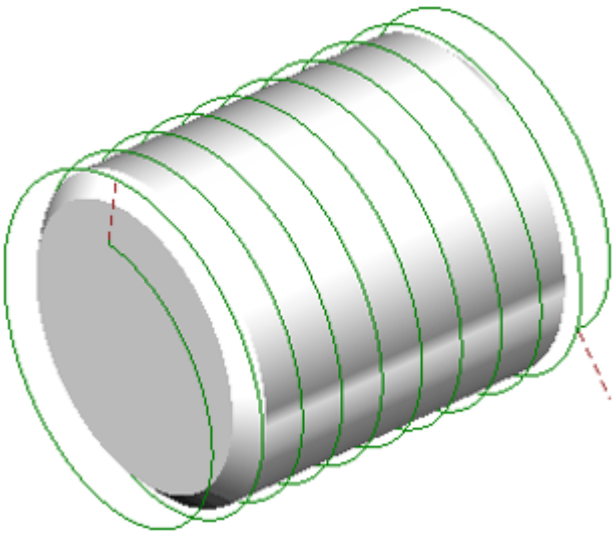
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Окружности. При выборе этого пункта рабочие ходы получаются как линии пересечения обрабатываемых поверхностей и плоскостей, перпендикулярных к **Поворотной оси**.



Спирали. Рабочие ходы будут иметь форму непрерывной спирали.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Шаг. Шаг вдоль поворотной оси.

Направление вдоль оси. В зависимости от значения параметра Форма траектории он определяет либо направление самих рабочих ходов, либо порядок следования нескольких рабочих ходов. В случае спирали, шаг которой совпадает с шагом обработки, данный параметр влияет на направление закручивания спирали.

Прямое. Направление проходов инструмента соответствует направлению вектора **Поворотной оси.**

Обратное. Направление проходов инструмента противоположно направлению вектора **Поворотной оси.**

Шаг спирали. Определяет параметры траектории спиральных проходов. Шаг спирали может быть как положительной, так и отрицательной величиной. Знак шага определяет направление закручивания спирали.

Одинаковый с основным шагом. Получается одна спираль.

мм, %D инстр, Угол. Может быть задан произвольным значением в виде абсолютной величины, в процентах от диаметра инструмента, либо углом подъема витков спирали в градусах. Если шаг спирали не равен **Шагу** обработки, то получается серия спиралевидных проходов, отстоящих друг от друга на величину **Шага** обработки.

Угол по кривой. Автоматически определяет угол наклона спирали на основе кривой из **Рабочего задания**.

Использовать гибкую ось. При установке флага, ось, относительно которой формируются рабочие ходы, в каждом из сечений будет автоматически рассчитываться как средняя арифметическая точка центров кривизны профилей данного сечения. В результате траектория получается равномерной, без разрывов, с правильным изменением ориентации оси инструмента относительно детали. Опция применяется для обработки деталей типа «коленчатый вал», в которых имеется явная осевая асимметрия отдельных участков.

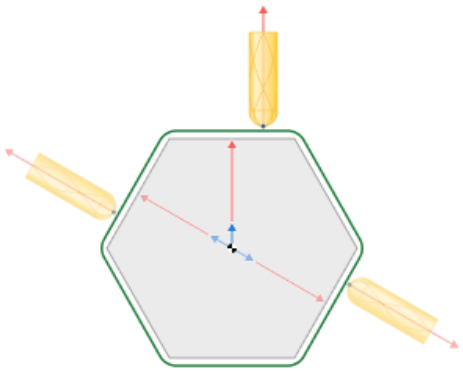
Ориентация инструмента:

Управляет расположением оси инструмента.

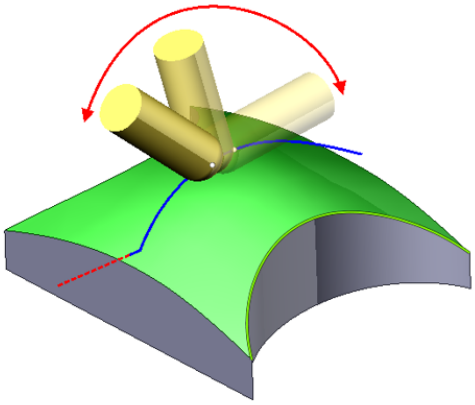
Нажмите здесь для раскрытия...

По нормали. В каждой точке траектории инструмент будет ориентирован вдоль нормали к поверхности в плоскости, перпендикулярной оси вращения.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

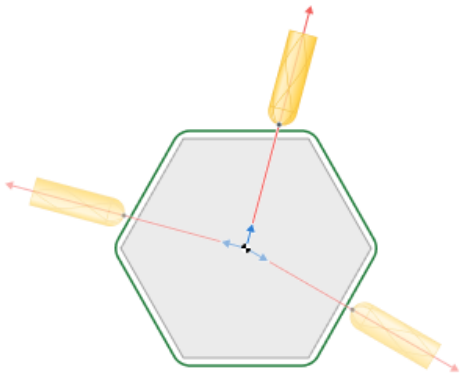


Угол опережения. Дополнительный угол наклона инструмента в плоскости направления движения. Он позволяет минимизировать эффект ухудшения условий резания в месте контакта инструмента с заготовкой. Угол может быть как положительным, так и отрицательным.



Боковой угол. Устанавливает значение угла наклона оси инструмента по отношению к оси, установленной в качестве **Поворотной оси** в плоскости, перпендикулярной направлению движения.

К оси. Инструмент в каждой точке траектории будет ориентирован по направлению к оси вращения независимо от нормали поверхности



Смещение. Точка, к которой ориентирован инструмент, может быть смещена относительно **Поворотной оси**. Это выполняется Для снижения эффекта ухудшения условий резания в месте контакта инструмента с заготовкой. Смещение может задаваться либо абсолютным значением, либо в процентах от диаметра инструмента. Оно может принимать положительные и отрицательные значения.

Боковой угол. Устанавливает значение угла наклона оси инструмента по отношению к оси, установленной в качестве **Поворотной оси** в плоскости, перпендикулярной направлению движения.

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории . Узнать больше(see page 979).

Нажмите здесь для раскрытия...

Оба. Направление вращения вокруг **Поворотной оси** будет чередоваться на каждом проходе. Позволяет уменьшить длину вспомогательных ходов и, соответственно, время обработки.

Попутное. Направление вращения инструмента вокруг **Поворотной оси** зависит от направления собственного вращения инструмента. Оно выбирается таким образом, чтобы взаимное перемещение инструмента и заготовки соответствовало попутному типу фрезерования(see page 979).

Встречное. Направление вращения инструмента вокруг **Поворотной оси** зависит от направления собственного вращения инструмента. Оно выбирается таким образом, чтобы взаимное перемещение инструмента и заготовки соответствовало встречному типу фрезерования(see page 979).

По часовой. Направление вращения инструмента вокруг **Поворотной оси** совпадает с направлением хода часовой стрелки, если смотреть с положительного направления оси, независимо от направления вращения инструмента.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

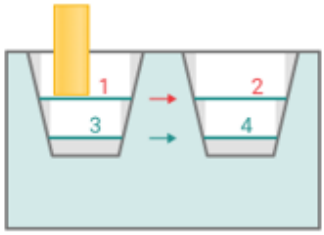
Против часовой. Направление вращения инструмента вокруг **Поворотной оси** противоположно направлению хода часовой стрелки, если смотреть с положительного направления оси, независимо от направления вращения инструмента.

Сортировка:

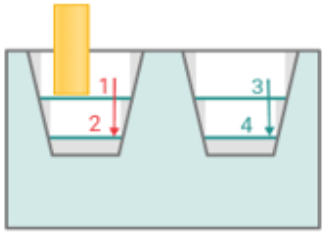
Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия...

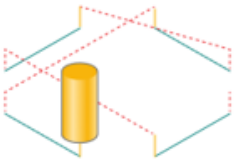
По слоям. Один слой обрабатывается по очереди в каждом профиле, перед тем как прейти к обработке следующего слоя.



По строкам. Все слои одного профиля полностью обрабатываются перед тем как перейти к обработке следующего профиля.



Минимизация холостых ходов. При установленном флаге, каждый следующий рабочий ход выбирается из соображений минимизации длины перехода. Если флаг выключен, то все рабочие ходы производятся в строгой последовательности, определяемой направлениями обработки и типом траектории.





Радиальные слои:

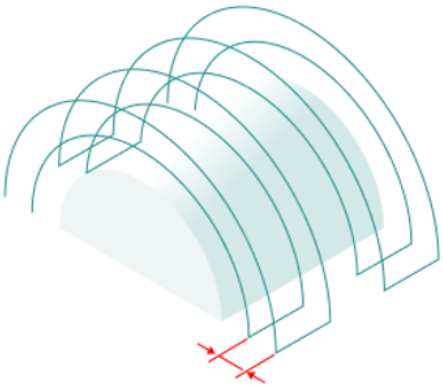
Определяет настройки черновых и чистовых проходов.

Нажмите здесь для раскрытия...

Черновые проходы. Если установлен флаг, то дополнительно к чистовому слою будут добавлены черновые слои. В текстовом поле необходимо задать общий припуск на черновую обработку.

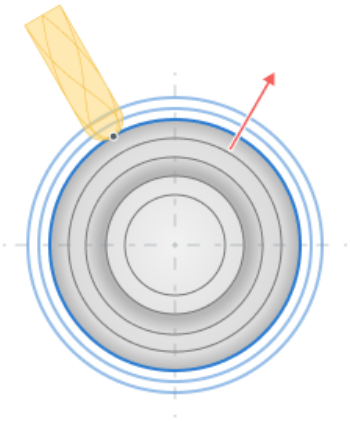
Шаг. Расстояние между черновыми проходами. Если шаг задан количеством слоев, то будет выполнено столько дополнительных проходов, сколько указано. Если же шаг задан расстоянием или в процентах от диаметра инструмента, то количество слоев определяется как припуск деленный на шаг.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

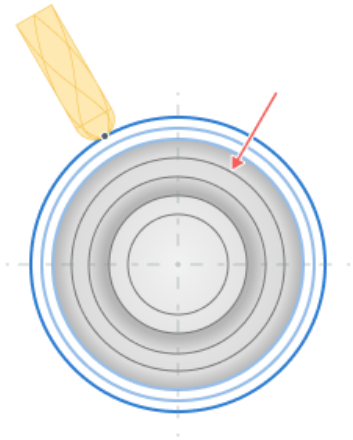


Направление обработки. Для аддитивной обработки позволяет управлять направлением обработки.

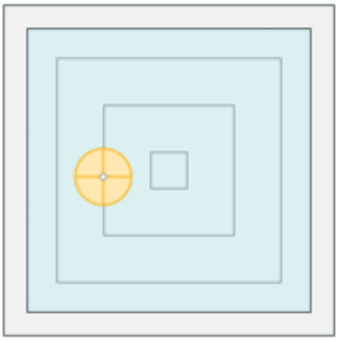
От внутренней к внешней. Инструмент переходит от центральных кривых траектории к внешним.

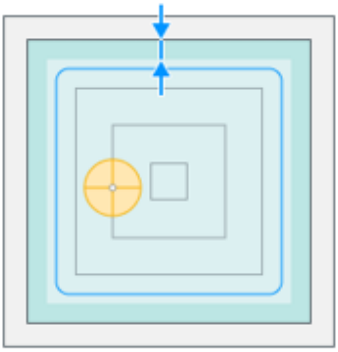


От внешних к внутренним. Инструмент переходит от внешних кривых траектории к внутренним.



Чистовой проход. Если установлен флаг, то контур, определенный в **Рабочем задании**, становится финальным проходом. Также будет выполнен один дополнительный проход, отстоящий от финального прохода на величину, заданную в текстовом поле.





© 2025 ООО СПРУТ Технология

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями Узнать больше(see page 614).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

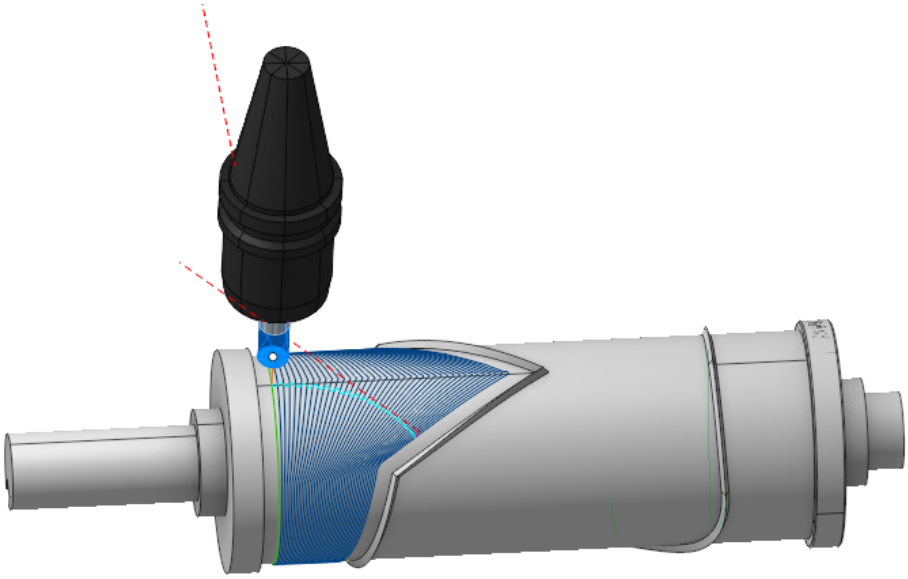
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.4.4 Операция 4D Морф



Область применения:

Чистовая операция доступна в конфигурациях **4X** и **5X**, Основана на операции **Морфинг** (see page 1072)и сконфигурирована для ротационной обработки сложных поверхностей, имеющих выраженную ось вращения. или вытянутых вдоль оси. Ориентация инструмента установлена по умолчанию **К оси вращения**, также доступна стратегия **Фиксированный**, остальные стратегии ориентации инструмента заблокированы. При ориентации инструмента **К оси вращения** доступен только **Боковой угол.** Безопасная поверхность задана как **Цилиндр**. Для опции **Контроль державки** доступно только значение **Обрезать траекторию**.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Используются для ограничения зоны обработки. Морфинг генерирует проходы только там, где имеет место контакт инструмента с обрабатываемыми поверхностями. При этом проходы строятся не

© 2025 ООО СПРУТ Технология

между **Первой** и **Второй криво**й, а между двумя кривыми контакта инструмента с обрабатываемыми поверхностями, ближайшими к **Первой** и **Второй кривой**.

Первая кривая. Это начальная из двух линий, между которыми генерируются проходы инструмента.

Вторая кривая. Это конечная из двух линий, между которыми генерируются проходы инструмента.

Линии синхронизации используются для улучшения качества морфинга в сложных случаях, особенно при обработке замкнутых контуров. **Линия синхронизации** указывает соответствующие друг-другу точки на **Первой** и **Второй кривой.** В качестве **Линий синхронизации** можно использовать любые кривые, в том числе 2D геометрию и ребра детали. **Линии синхронизации** необязательно должны точно начинаться и заканчиваться на кривых, достаточно грубого приближения.

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню **Свойства** двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия:

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки. Эта группа параметров работает аналогично как в операции **Морфинг**. Узнать больше.(see page 1072)

Тип фрезерования:

Позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка:

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Начальная точка. Установка флага позволяет пользователю ввести координаты начальной точки, вблизи которой будут начинаться рабочие проходы

Ориентация оси инструмента:

Управляет расположением оси инструмента. В этой операции доступны стратегии ориентации инструмента: **Фиксированный, К оси вращения** (в ней можно использовать только **Боковой угол**). Параметры этих стратегий работают аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке. Эта группа параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

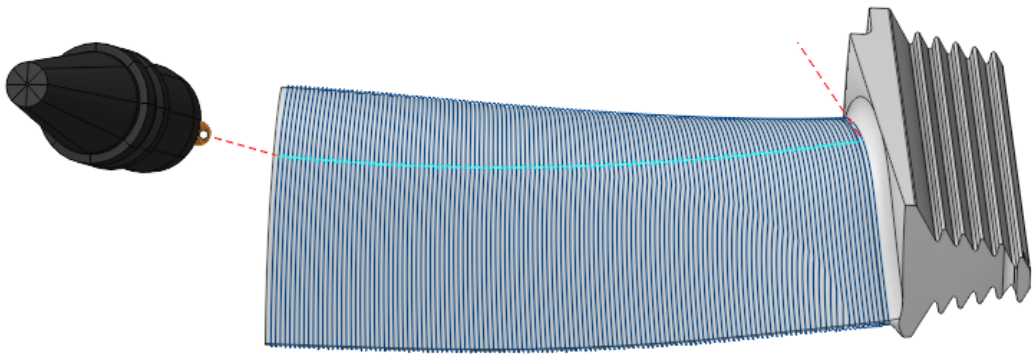
Ссылки по теме:

Операция Морф(see page 1072)

5-ти координатная обработка(see page 1004)

Операции для 4-х и 5-ти координатной обработки(see page 963)

5.8.4.5 Операция 4D по поверхностям



Область применения:

Чистовая операция доступна в конфигурациях **4X** и **5X**, Основана на операции **5D по поверхностям** (see page 1032)и сконфигурирована для ротационной обработки сложных поверхностей, имеющих выраженную ось вращения. или

вытянутых вдоль оси. В ней недоступны стратегии ориентации инструмента **Через точку, Через кривую, Перпендикулярно к траектории**. Заблокированы: **Углы отклонения**, **Обход зон сингулярности** и **Отклонение оси**. Безопасная поверхность задана как **Цилиндр**.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Поверхности, для обработки которых строится траектория.

Первая кривая. Используется в стратегии **Параллельно к кривой** и определяет кривые, параллельно к которым будут рассчитываться проходы. Также применяется в стратегии **Морфинг между двумя кривыми,** чтобы определить первую кривую. Можно выбрать одну кривую или несколько не обязательно связанных кривых или ребер.

Вторая кривая. Используется в стратегии **Морфинг между двумя кривыми .** Можно выбрать одну или несколько не обязательно связанных кривых или ребер в качестве **Второй кривой.**

Кривая наклона. Кривая, к которой направлен вектор оси инструмента при задании ориентации инструмента **Через кривую**.

Поверхности для проецирования. Поверхности, предназначенные для обработки и на которые переносится траектория, при включении опции **Проецировать траекторию на деталь** во вкладке **Стратегия**.

Первая поверхность. Используется в стратегии **Морф между двумя поверхностями** как первая из поверхностей, между которыми выполняется морфинг для построения линий проходов траектории.

Вторая поверхность. Используется в стратегии **Морф между двумя поверхностями** как вторая из поверхностей, между которыми выполняется морфинг для построения линий проходов траектории.

Рабочая зона. Определяет области детали, ограниченные 2D геометрией, внутри которых должны быть сформированы рабочие проходы. Плоскость, на которой заданы ограничения, определяется первоначальной ориентацией инструмента . Узнать больше.(see page 523)

Зона ограничений. Задаются области детали, которые не должны быть обработаны на текущей операции. Узнать больше.(see page 539)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню **Свойства** двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия:

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки. Эта группа параметров работает аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично. Узнать больше(see page 994). Эта группа параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка:

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности. Эта группа параметров работает аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Ориентация инструмента:

Управляет расположением оси инструмента. В этой операции доступны стратегии ориентации инструмента: **Нормально к поверхности, Фиксированный, Боком к поверхности, К оси вращения**. В этих стратегиях заблокированы опции: **Угол отклонения, Вертикальный угол отступа**. Остальные параметры этих стратегий работа.т аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Пределы углов поворота:

При установленном флаге задает предельные значения углов расположения инструмента относительно осей. Эта группа параметров работает аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Рабочая зона:

Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **Рабочее задание.** Эта группа параметров работает аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Сглаживание углов:

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели. Эта группа параметров работает аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Черновые проходы:

Траектория инструмента смещается на величину толщины **Черновых проходов**. Дополнительные проходы добавляются в контур по указанному в параметрах значению с указанным количеством шагов. Эта группа параметров работает аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Проецировать траекторию на деталь.

Установка флага позволяет выполнить построение траектории обработки поверхностей, установленных в **Рабочем задании** как **Поверхности для проецирования,** путем переноса траектории, полученной для **Обрабатываемой поверхности**, на **Поверхности для проецирования**. Эта группа параметров работает аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Эта группа параметров работает аналогично как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Ссылки по теме:

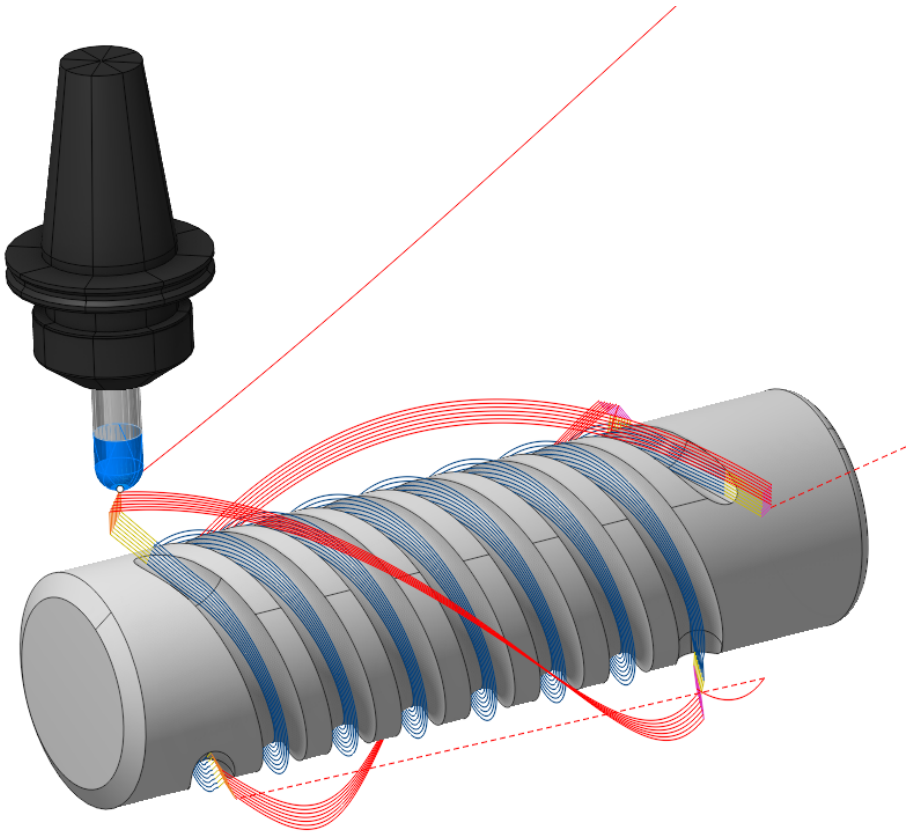
Операция 5D по поверхностям(see page 1032)

5-ти координатная обработка(see page 1004)

Операции для 4-х и 5-ти координатной обработки(see page 963)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.4.6 4D контурная обработка



Область применения:

Операция предназначена для формирования непрерывной траектории перемещения инструмента при обработке пространственных кривых на поверхностях, имеющих выраженную ось вращения, или вытянутых вдоль оси. Она позволяет создавать как одиночные траектории вдоль выбранных кривых так и проходы вдоль нескольких изопараметрических линий выбранной поверхности, а также позволяет проводить многоуровневую обработку вдоль выбранных кривых. Операция построена на базе операции 5D контур(see page 1009), сконфигурирована для ротационной обработки и доступна для создания в **4X** и **5X** конфигурациях. Ориентация оси инструмента по умолчанию устанавливается **К оси вращения**. Опции ориентации инструмента **Через точку**, **Через кривую**, параметры **Расширенный контроль осей**, **Боковой угол**, **Угол отклонения** недоступны. Безопасная поверхность установлена как **Цилиндр**.

Для кривых, определенных в **Рабочем задании**, можно изменить вектор ориентации инструмента в каждой точке (но только в плоскости, перпендикулярной к **Поворотной оси**), изменить направление движения инструмента вдоль кривой, изменить сторону обработки, компенсировать радиус инструмента, выбрать метод интерполяции при изменении вектора ориентации инструмента от точки к точке, а также настроить припуск.

Рабочее задание:

Ребро/Кривая. Можно выбрать ребра детали или любые кривые. Векторы в точках кривой определяются текущей ориентацией инструмента, заданной в **Стратегии**. Точка контакта инструмента будет двигаться вдоль заданной кривой

© 2025 ООО СПРУТ Технология

в соответствии со свойствами кривой и выбранной стратегией ориентации инструмента. Группа параметров элемента работает аналогично как в разделе **5-ти осевая обработка контура на поверхности / Параметры кривых.** Узнать больше(see page 1017).

5D Кривая. Создается пятикоординатная траектория перемещения инструмента как проекция произвольных кривых на поверхность детали. В этом случае инструмент будет двигаться по траектории, касаясь точкой контакта поверхности детали. Проходы инструмента могут быть сдвинуты относительно кривой на величину припуска или по уровням. Группа параметров элемента работает аналогично как в разделе **5-ти осевая обработка контура на поверхности / Параметры кривых.** Узнать больше(see page 1017).

Направляющая поверхность. Используется для создания проходов инструмента вдоль ее изопараметрических линий. Изопараметрические линии поверхности зависят от способа ее построения. Очень часто они хорошо отражают топологию геометрического объекта, и, поэтому удобны для использования при обработке в качестве рабочих ходов. Особенно удобно таким способом обрабатывать различные скругления. Группа параметров элемента работает аналогично как в разделе **5-ти осевая обработка вдоль изопараметрических линий поверхностей / Параметры направляющей поверхности.** Узнать больше.(see page 1015)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

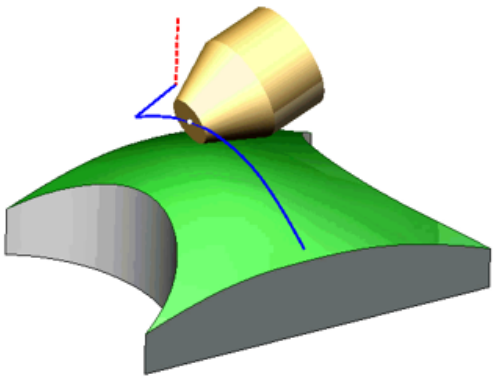
Стратегия:

Ориентация инструмента:

Управляет направлением оси инструмента. Основные параметры этой функции такие же как и в операции **5-ти осевая по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Нажмите здесь для раскрытия...

Наклонять фасонный инструмент. Наклоняет инструмент так, чтобы его боковая рабочая часть касалась обрабатываемой поверхности при движении по траектории.



Пределы углов поворота:

При установленном флаге задаются предельные значения углов расположения инструмента относительно осей. Параметры, устанавливающие **Пределы углов поворота** такие же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Проходы:

Можно создать дополнительные рабочие проходы относительно заданных кривых. Проходы будут смещаться в направлении нормали к поверхности. Если выбрана стратегия ориентации инструмента **Боком к поверхности**, то можно выбрать направление смещения проходов. Параметры этой группы работают аналогично как в операции **6D контур.** Узнать больше.(see page 1009)

Сглаживание углов:

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели. Основные параметры этой группы работают так же, как и в операции **2D контур**. У знать больше.(see page 823)

Параметры смещения:

Если используется стратегия **Ориентации инструмента Боком к поверхности**, можно построить траекторию с плавным изменением смещения инструмента по траектории относительно заданной кривой. Параметры этой группы работаю аналогично как в операции 6D контур. Узнать больше.(see page 1009)

Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия...

Способ объединения траектории. Управляет последовательностью выполнения проходов при многоуровневой обработке разных профилей на детали. Параметры функции такие же, как и в операции **2D контур**. Узнать больше.(see page 823)

Минимизация холостых ходов. Порядок обработки профилей отсортирован так, чтобы минимизировать холостые движения. Параметры функции такие же, как и в операции **2D контур**. У знать больше.(see page 823)

Тип фрезерования. Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории . Параметры **Типа фрезерования** такие же, как и в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Проецировать траекторию на деталь:

Определяет способ формирования траектории относительно поверхности детали. Параметры функции такие же как и в операции **2D контур** во вкладке **Стратегия**, в пункте **Преобразования**. Узнать больше.(see page 823)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Параметры **Обрезки** такие же, как в **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).[12]

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 614).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 631).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 651).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания.

---

12 https://kb.sprutcam.com/display/SC1/.Waterline+roughing+operation+v18

Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Ссылки по теме:

Операции 5D контур и 6D контур(see page 1009)

5-ти осевая обработка(see page 1004)

Операции для 4-х и 5-ти координатной обработки(see page 963)

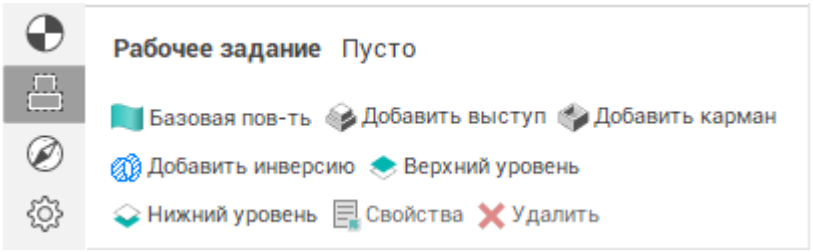
5-ти осевая обработка вдоль изопараметрических линий поверхностей(see page 1015)

5-ти осевая обработка контура на поверхности(see page 1017)

5-ти осевая обработка боковой поверхностью фрезы(see page 1026)

5.8.4.7 4-х координатная обработка с применением <Гравировки> и <Выборки>

Операции <Гравировка> и <Выборка> позволяют задавать рабочее задание в виде множества замкнутых контуров, каждый из которых определяет колодец, либо выступ геометрической модели.



Помимо этого в указанных операциях может задаваться базовая поверхность, на которую проецируются замкнутые контура. Базовая поверхность может быть плоскостью,

© 2025 ООО СПРУТ Технология

цилиндром или поверхностью вращения. Контура рабочего задания могут определять карманы непосредственно на базовой поверхности, либо их развертку. В отличие от использования цилиндрической интерполяции, станок не должен содержать ось обеспечивающую поворот заготовки.

Сопутствующие ссылки:

Операции для 4-х и 5-ти координатной обработки(see page 963)

5.8.4.8 5-ти осевая обработка

CAM система имеет возможность расчета управляющих программ для пяти координатных фрезерных станков с учетом кинематики станка и параметров используемой стойки ЧПУ. Сгенерированная управляющая программа может содержать команды позиционирования линейных осей XYZ (GOTO, CIRCLE, и .т.п.), а также команды позиционирования поворотных осей (MULTIGOTO). Для большинства стоек ЧПУ управление ориентацией оси инструмента осуществляется с помощью непосредственного задания значений соответствующих поворотных осей, в то время как линейные координаты XYZ задают положение настроечной точки инструмента относительно некоторой системы координат заготовки. Основные отличия между пяти координатными стойками ЧПУ заключаются в способе пересчета положений настроечной точки инструмента и системы координат заготовки при изменении положения поворотных осей.

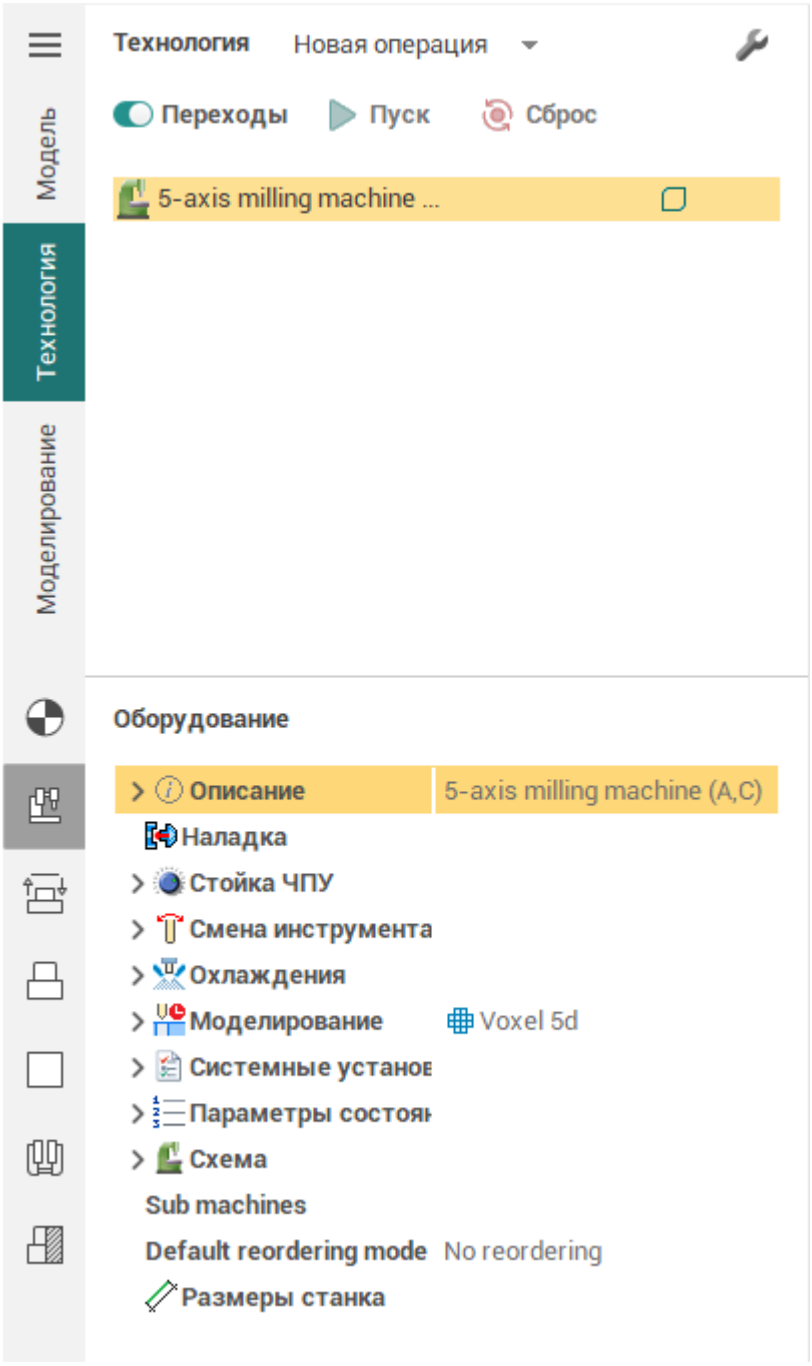
Большинство стоек имеют два режима пяти осевой обработки: стандартный "трех координатный" режим и так называемый "режим управления центром инструмента" (режим Tool Center Point Management - TCPM). В зависимости от текущего режима поведение стойки отличается. В любом случае поведение стойки можно описать совокупностью трех параметров.

1. Происходит ли поворот настроечной точки инструмента при вращении поворотной головки или ее положение в пространстве не изменяется.

2. Перемещается ли ноль заготовки (G54) вместе с самой заготовкой при вращении поворотного стола.

3. Происходит ли вращение осей системы координаты заготовки вместе с вращением поворотного стола.

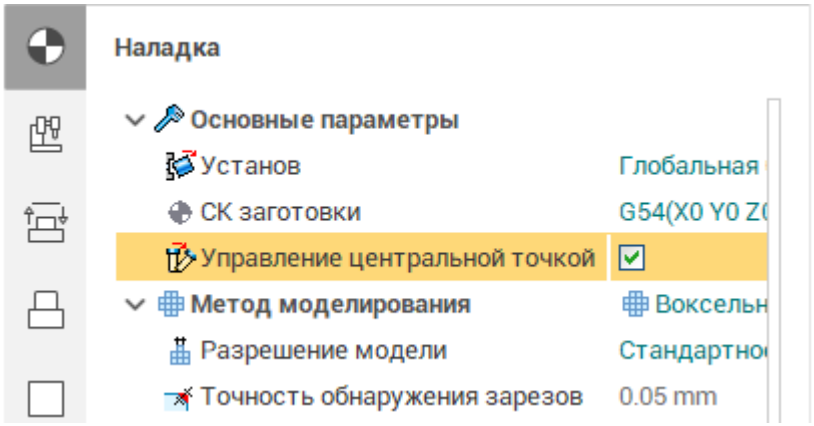
В CAM системе вышеперечисленные параметры доступны для редактирования в XML-файле конфигурации станка, а также через пользовательский интерфейс - в инспекторе свойств станка в разделе Стойка ЧПУ.



Для редактирования доступны следующие параметры.

1. <Доступность режима TCPM> Данный параметр делает доступной соответствующую опцию в параметрах пяти координатных операций.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



При включении режима управления центром инструмента в пяти координатной операции CAM системы заключает рабочие ходы рассчитанной траектории между командами INTERP 5AXIS ON, INTERP 5AXIS OFF. При этом расчет рабочих ходов производится с учетом параметров выставленных для режима управления центром инструмента.

2. <Состояние по умолчанию опции TCPM> Данный параметр задает значение по умолчанию для режима управления центром инструмента в пяти координатных операциях.

3. <Индексный режим пяти осевой коррекции> Данная группа определяет параметры пяти осевой коррекции для стандартного режима работы стойки.

4. <TCPM режим пяти осевой коррекции> Данная группа включает параметры, определяющие поведение станка в режиме управления центром инструмента.

5. <Пяти осевая коррекция настроечной точки> Данная опция отвечает за перемещение настроечной точки вслед за инструментом при вращении поворотной головы.

6. <Пяти осевая коррекция ноля детали> Данная опция отвечает за перемещение ноля детали вслед за самой деталью в ходе вращения поворотного стола.

7. <Пяти осевая коррекция координатных осей> Данный параметр определяет происходит ли вращение осей системы координат заготовки вслед за вращением поворотного стола.

Большинство современных стоек ЧПУ обладают режимом управления центром инструмента. При этом в данном режиме все три параметра пяти осевой коррекции задействованы. Это позволяет производить расчет пяти осевых управляющих программ таким образом, что они получаются независимыми от кинематики станка, положения заготовки на станке и вылета инструмента.

Однако в стандартном режиме работы большинство стоек не задействуют ни одну из опций пяти осевой коррекции, и таким образом ведут себя как самые обычные трех координатные стойки, ничего не знающие о кинематике станка. В виду этого для обеспечения возможности индексной пяти координатной обработки в таких стойках используются специальные команды вращения системы координат (Heidenhain Plane Function, CYCLE 19). За дополнительной информацией обращайтесь к разделу Индексная многокоординатная обработка(see page 1007).

See also:

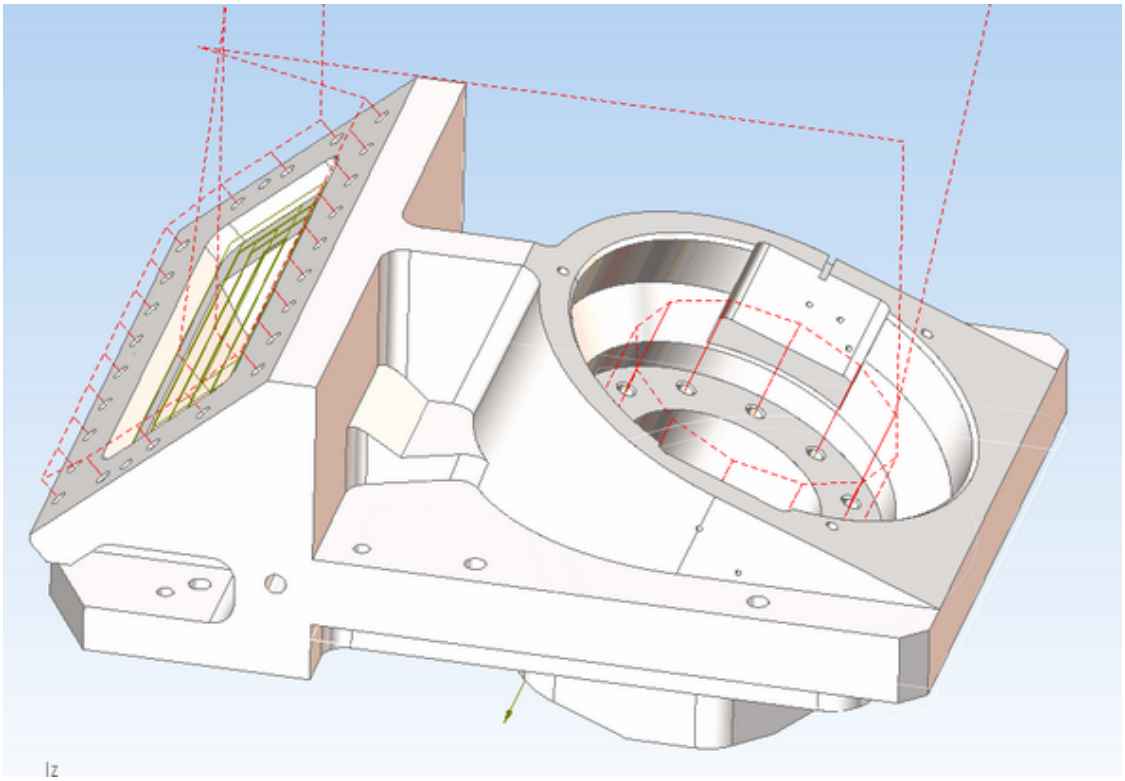
Позиционирование детали на станке(see page 482)

Система координат заготовки (G54 - G59)(see page 485)

Локальная система координат операции(see page 488)

Индексная многокоординатная обработка(see page 494)

5.8.4.9 Индексная 5-ти координатная обработка



Все 2D и 3D операции могут применяться для индексной обработки на 4х, 5ти-координатных обрабатывающих центрах. Для этого необходимо задавать положение поворотных осей(see page 494), либо локальную систему координат(see page 488) операции.

Сопутствующие ссылки:

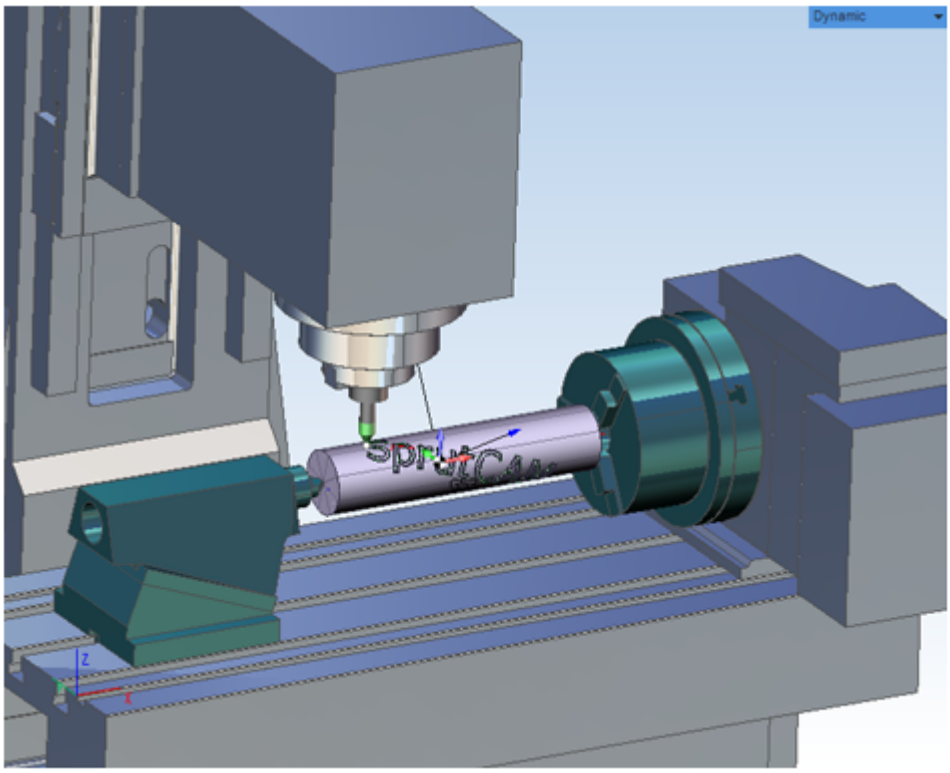
Операции для 4-х и 5-ти координатной обработки(see page 963)

5.8.4.10 4-х координатная обработка с применением цилиндрической интерполяции

Для непрерывной 4х-координатной обработки на поверхности цилиндра по имеющейся развертке может использоваться операция обработки контура и 2.5D операции с применением <Цилиндрической интерполяции (see page 671) >.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

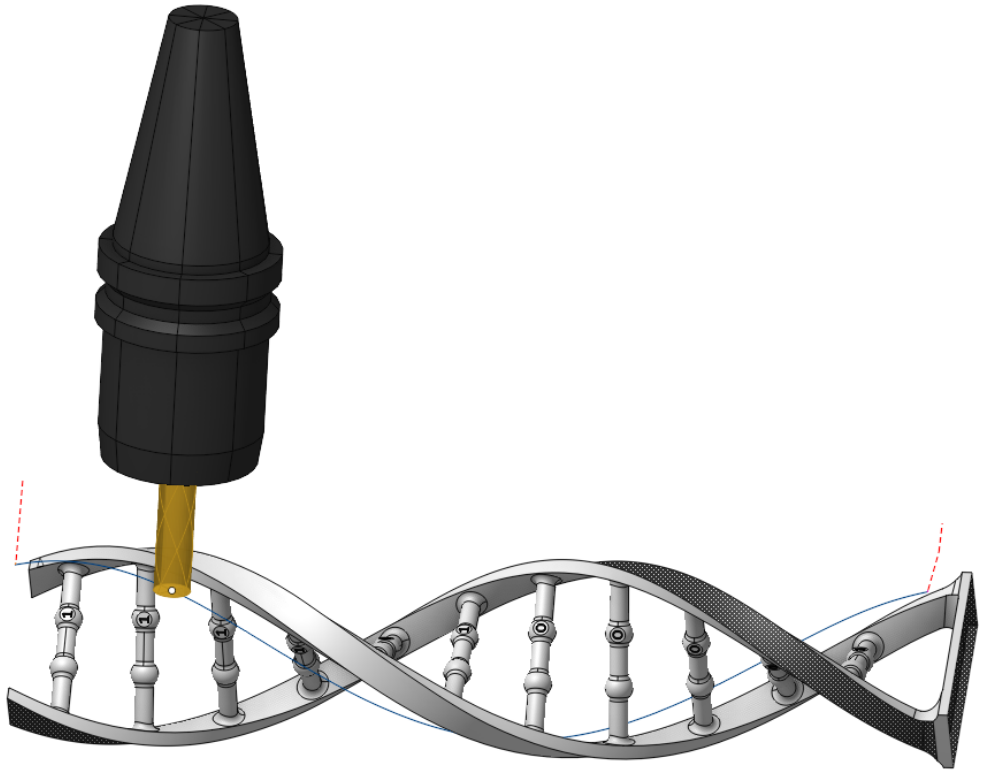




Сопутствующие ссылки:

Операции для 4-х и 5-ти координатной обработки(see page 963)

5.8.4.11 Операции 5D контур и 6D контур



Область применения:

Операция предназначена для формирования непрерывной пятикоординатной траектории перемещения инструмента при обработке любых пространственных кривых. Она позволяет создавать как одиночные траектории вдоль выбранных кривых так и проходы вдоль нескольких изопараметрических линий выбранной поверхности, а также позволяет проводить многоуровневую обработку вдоль выбранных кривых. Операция предлагает широкий выбор стратегий ориентации инструмента, которые можно настроить автоматически или вручную редактированием векторов в каждой точке кривой.

Для кривых, определенных в **Рабочем задании**, можно изменить вектор ориентации инструмента в каждой точке, изменить направление движения инструмента вдоль кривой, изменить сторону обработки, компенсировать радиус инструмента, выбрать метод интерполяции при изменении вектора ориентации инструмента от точки к точке, а также настроить припуск.

Рабочее задание:

Ребро/Кривая. Можно выбрать ребра детали или любые кривые. Векторы в точках кривой определяются текущей ориентацией инструмента, заданной в **Стратегии**. Точка контакта инструмента будет двигаться вдоль заданной кривой в соответствии со свойствами кривой и выбранной стратегией ориентации инструмента.

5D Кривая. Создается пятикоординатная траектория перемещения инструмента как проекция произвольных кривых на поверхность детали. В этом случае

© 2025 ООО СПРУТ Технология

инструмент будет двигаться по траектории, касаясь точкой контакта поверхности детали. Проходы инструмента могут быть сдвинуты относительно кривой на величину припуска или по уровням.

Направляющая поверхность. Используется для создания проходов инструмента вдоль ее изопараметрических линий. Изопараметрические линии поверхности зависят от способа ее построения. Очень часто они хорошо отражают топологию геометрического объекта, и, поэтому удобны для использования при обработке в качестве рабочих ходов. Особенно удобно таким способом обрабатывать различные скругления.

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

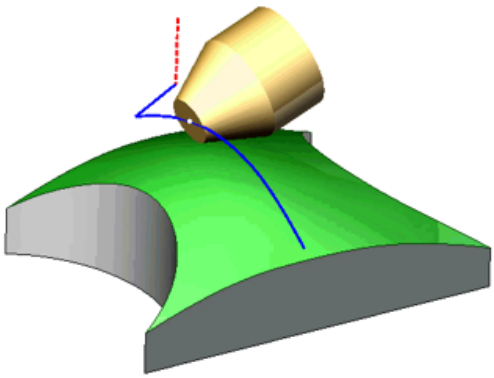
Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Ориентация инструмента:

Управляет направлением оси инструмента. Основные параметры этой группы работают так же как и в операции **5-ти осевая по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Наклонять фасонный инструмент. Наклоняет инструмент так, чтобы его боковая рабочая часть касалась обрабатываемой поверхности при движении по траектории.



Пределы углов поворота:

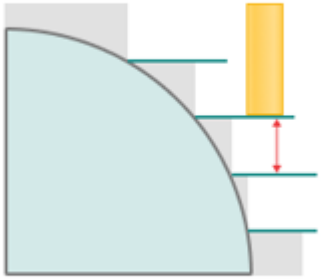
При установленном флаге задаются предельные значения углов расположения инструмента относительно осей. Параметры этой группы работают так же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Проходы:

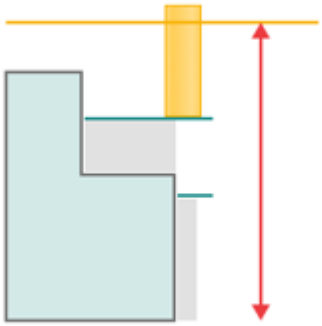
Можно создать дополнительные рабочие проходы относительно заданных кривых. Проходы будут смещаться в направлении нормали к поверхности. Если

выбрана стратегия ориентации инструмента **Боком к поверхности**, то можно выбрать направление смещения проходов.

Шаг. Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним уровнями**. Можно задать значение **Шага** как толщину снимаемого материала в мм или в процентах от диаметра инструмента, так и числом проходов.

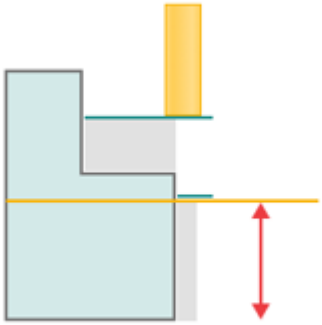


Верхний уровень. Верхний уровень обработки можно установить динамически или по размерам относительно выбранной кривой.

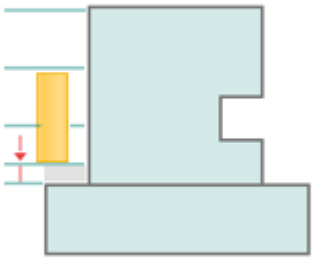


Нижний уровень . Нижний уровень для обработки можно установить динамически или по размерам относительно выбранной кривой. Если указывается положительная величина, инструмент на чистовом проходе будет не доходить до детали указанное расстояние. Если величина отрицательная, то на чистовом проходе инструмент будет погружаться в деталь на указанное расстояние.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Чистовой проход по Z. Функция добавляет дополнительный проход перед **Нижним уровнем** на расстоянии, указанном в параметре.



Направление. Если выбрана стратегия ориентации инструмента **Боком к поверхности**, то можно выбрать направление для построения черновых проходов.

Вдоль нормали к поверхности. Проходы инструмента располагаются в направлении нормали к поверхности.

Вдоль оси инструмента. Проходы инструмента располагаются в направлении вектора оси инструмента.

Сглаживание углов:

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели. Основные параметры этой группы работают так же, как и в операции **2D контур**. Узнать больше.(see page 823)

Параметры смещения:

Если используется стратегия **Ориентации инструмента Боком к поверхности**, можно построить траекторию с плавным изменением смещения инструмента по траектории относительно заданной кривой.

Начальное смещение. Осевое смещение инструмента в начале траектории.

Конечное смещение. Осевое смещение инструмента в конце траектории.

Обработка изнутри

Параметр позволяет обрабатывать внутренние поверхности детали (проецировать траекторию на внутренние поверхности детали). Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям**. В разделе **Рабочая зона**. Узнать больше(see page 1032)

Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Способ объединения траектории. Управляет последовательностью выполнения проходов при многоуровневой обработке разных профилей на детали. Параметры этой группы работают так же, как и в операции **2D контур**. Узнать больше.(see page 823)

Минимизация холостых ходов. Порядок обработки профилей отсортирован так, чтобы минимизировать холостые движения. Параметры этой группы работают так же, как и в операции **2D контур**. Узнать больше.(see page 823)

Тип фрезерования. Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Параметры этой группы работают так же, как и в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Проецировать траекторию на деталь:

Определяет способ формирования траектории относительно поверхности детали. Параметры функции такие же как и в операции **2D контур** во вкладке **Стратегия**, в пункте **Преобразования**. Узнать больше.(see page 823)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Параметры этой группы работают так же, как в **Черновой послойной операции.** Узнать больше.(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы

© 2025 ООО СПРУТ Технология

можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

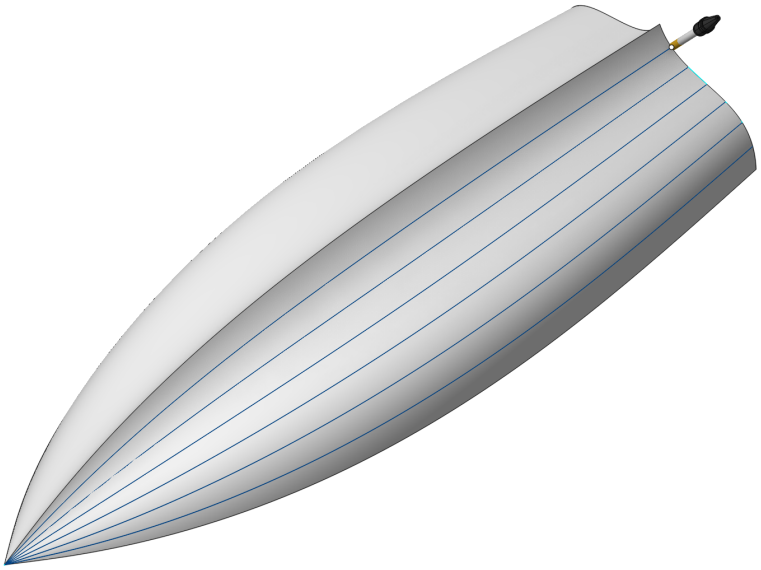
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Параметры направляющей поверхности



Область применения:

Направляющая поверхность используется для создания проходов инструмента вдоль ее изопараметрических линий. Изопараметрические линии поверхности зависят от способа ее построения. Очень часто они хорошо отражают топологию геометрического объекта, и, поэтому удобны для использования при обработке в качестве рабочих ходов. Особенно удобно таким способом обрабатывать различные скругления. Поверхности, вдоль изопараметрических линий которых нужно пройти, добавляются в **Рабочее Задание** операции 6D контур. Для этого необходимо выбрать требуемые поверхности и нажать кнопку Направляющая поверхность. Если выбрать несколько стыкующихся поверхностей, со схожей параметризацией и добавить их одним нажатием кнопки Направляющая поверхность, то они будут обработаны совместно.

Свойства объекта:

Основная информация:

Имя. Введите имя, под которым объект будет отображаться в списке **Рабочего Задания.**

Припуск. Эта опция позволяет сместить черновые и чистовые проходы относительно обрабатываемой поверхности на заданное значение. Если значение положительно, то траектория инструмента будет проходить снаружи поверхности на заданном расстоянии. Если

© 2025 ООО СПРУТ Технология

значение отрицательно, то инструмент будет резать материал на заданной глубине.

Выбрано. Количество выбранных объектов.

Параметры направляющих поверхностей:

Сменить изолинии. Эта опция меняет направление проходов на ортогональное.

С обратной стороны. Эта опция

позволяет изменить сторону обрабатываемой поверхности.

Шаг. Можно выбрать метод задания расстояний между изопараметрическими кривыми.

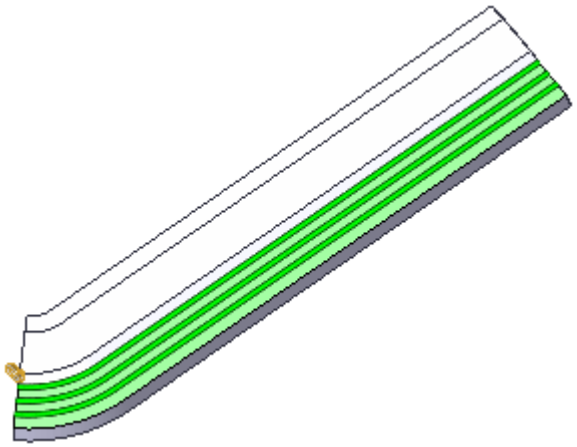
Количество. Введите в текстовом поле число изопараметрических линий в пределах **Направляющей поверхности.**

Расстояние. Введите в текстовом поле расстояние между изопараметрическими линиями.

По гребешку. Введите в текстовом поле желательное значение высоты остаточного гребешка.

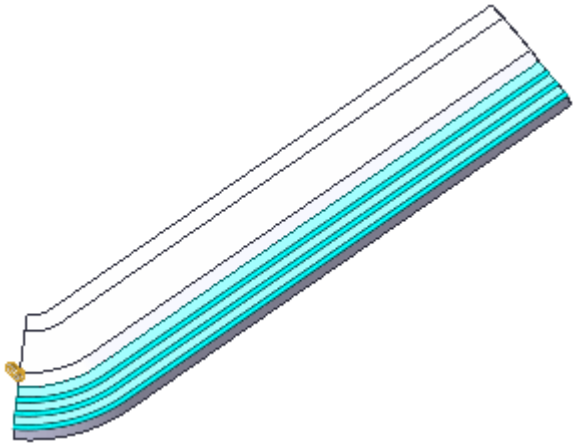
Распределение кривых. Эта опция определяет как будут генерироваться изопараметрические линии на **Направляющих поверхностях**.

С начала. Первая кривая располагается на левой кромке поверхности, остальные кривые откладываются направо от нее.

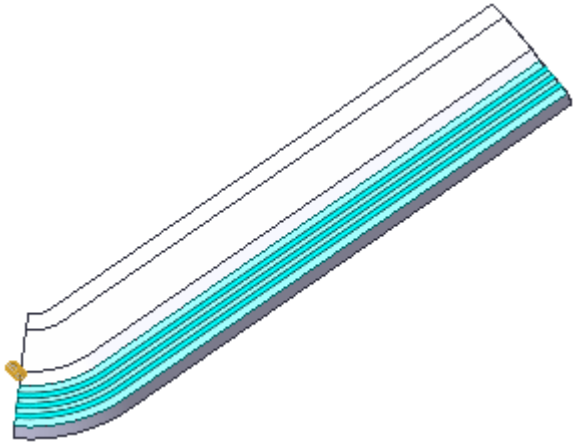


С конца. Первая кривая располагается на правой кромке поверхности, остальные кривые откладываются налево от нее.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Из центра. Первая кривая располагается по середине поверхности, остальные кривые откладываются налево и направо от нее.



Авто. Способ построения кривых определяется системой автоматически исходя из метода обработки и ориентации оси инструмента.

Состав объекта:

Отображается список конструктивных элементов в объекте.

Удалить. Можно удалить выбранные конструктивные элементы из объекта.

Очистить. Можно удалить все конструктивные элементы из объекта.

Сопутствующие ссылки:

Операция 6D контур(see page 1009)

Параметры кривых

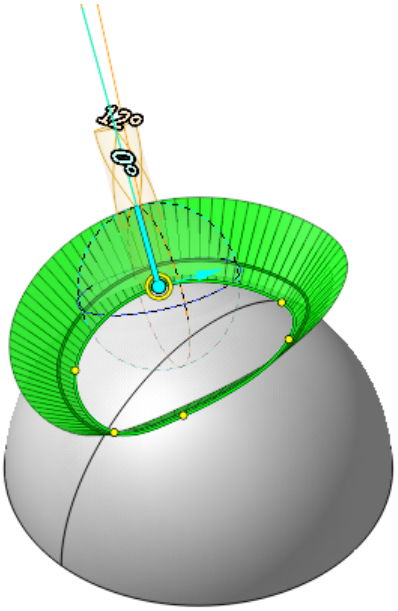
Область применения:

В операции 6D по контуру можно генерировать траектории на основе двух разновидностей кривых **Рабочего Задания**:

5D Кривая. Система формирует пятикоординатную траекторию обработки как проекцию произвольных кривых на поверхность детали. При этом кончик инструмента будет перемещаться касаясь

© 2025 ООО СПРУТ Технология

поверхности. Ось инструмента будет располагаться по нормали к поверхности. Поверхности или тело, на которое будет производиться проецирование, должны указываться в качестве детали операции. Проецируемые кривые, добавляются в рабочее задание с помощью кнопки **Ребро/Кривая**.

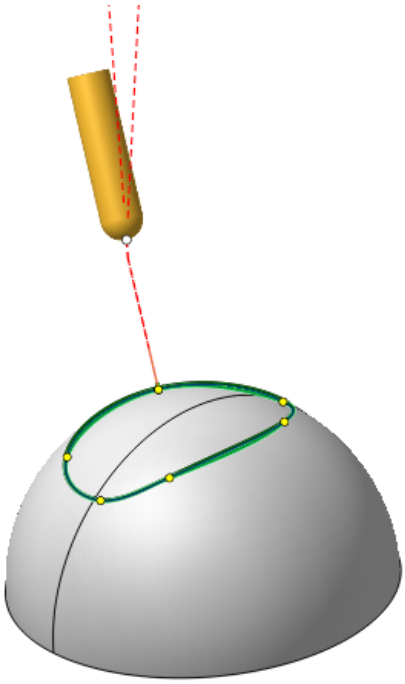


Ребро/Кривая. Формирование **Рабочего задания** производится с помощью ребер геометрической модели или 3D кривых. Если при перемещении указателя мыши по геометрической модели ребра не подсвечиваются, нужно проверить, нажата ли кнопка выбора ребер на панели фильтров выбора (для 3д кривых есть соответствующая кнопка).



Если кнопка нажата, но ребра по прежнему не выбираются, необходимо сшить(see page 254) поверхности модели в единое тело. Если множество стыкующихся ребер необходимо обработать за один проход, то они все должны быть выбраны с экрана и добавлены в окно **Рабочего задания** однократным нажатием на кнопку **Ребро/кривая**. В этом случае все ребра объединяются в единую кривую и

обрабатываются целиком. Если каждое ребро добавлять в список отдельно, то и обрабатываться они будут по очереди. Для одновременного выбора нескольких объектов необходимо удерживать кнопку [Ctrl]. Эта опция наиболее часто используется если необходимо фрезеровать поверхности боковой частью фрезы. В этом случае в качестве рабочего задания можно выбрать нижние ребра обрабатываемой поверхности



Свойства объекта:

Основная информация:

Имя. Введите имя, под которым объект будет отображаться в списке **Рабочего Задания.**

Припуск. Эта опция позволяет сместить черновые и чистовые проходы относительно обрабатываемой поверхности на заданное значение. Если значение положительно, то траектория инструмента будет проходить снаружи поверхности на заданном расстоянии. Если значение отрицательно, то инструмент будет резать материал на заданной глубине.

Выбрано. Количество выбранных объектов.

Параметры проецирования кривых:

Сменить направление. Эта опция меняет направление движения инструмента вдоль кривой на противоположное.

С обратной стороны. Ребро/кривая может относиться к двум поверхностям. Нажав эту кнопку можно переключиться на одну из двух поверхностей,

Свойства:

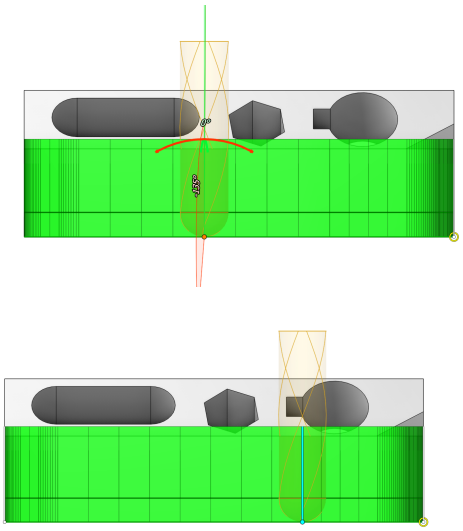
Важным преимущество операции 6D по поверхностям в CAM системе является широкий набор возможностей по редактированию параметров движения инструмента по

© 2025 ООО СПРУТ Технология

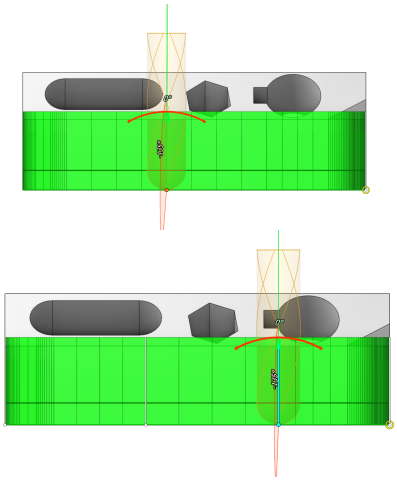
траектории вдоль кривой. Эти параметры можно редактировать интерактивно в графическом окне или в диалоговом окне.

В графическом окне можно редактировать вектора, определяющие ориентацию инструмента. Это можно сделать следующими способами:

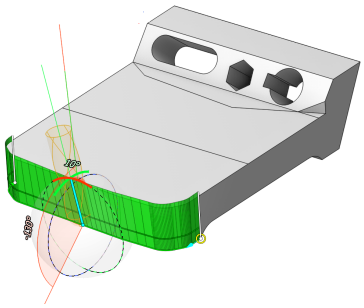
- удерживая левой кнопкой мыши точку на кривой, можно перемещать вектор по контуру.



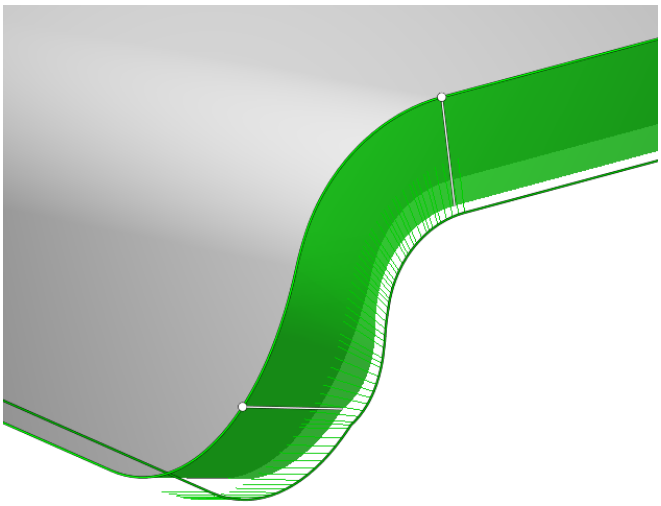
- если тоже самое сделать с нажатой кнопкой **[Ctrl]** будет перемещаться скопированный вектор, основной остается на месте.



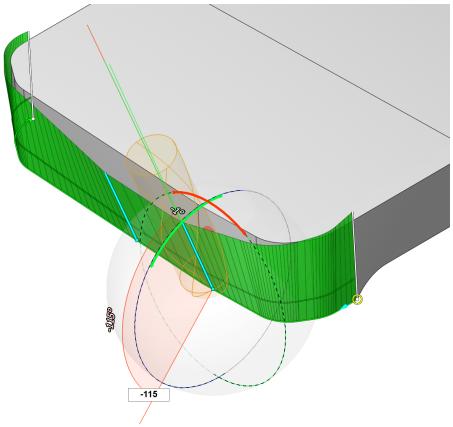
- кликнув на вектор можно редактировать направление через интерактивную сферу, в которой имеются две окружности вдоль и поперек исходной поверхности (или меняя значение двух углов).



- удерживая **[Shift]** , есть возможность левой кнопкой мыши отклонять вектор строго к нужной точке на поверхности детали.
- удалить вектор через кнопку **[Del]** на клавиатуре.



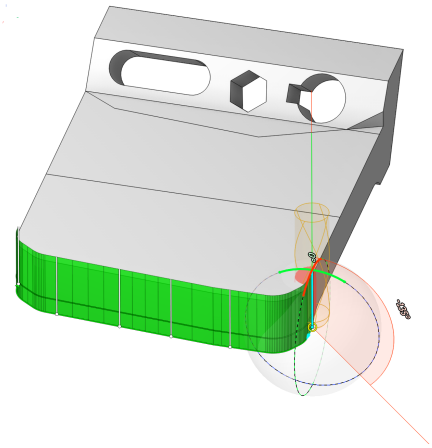
- Расширена функциональность множественного выбора: изменение угла вектора с помощью регулировки размера или поворота полукругом теперь распространяется на все выбранные векторы. (используя Ctrl/Shift)

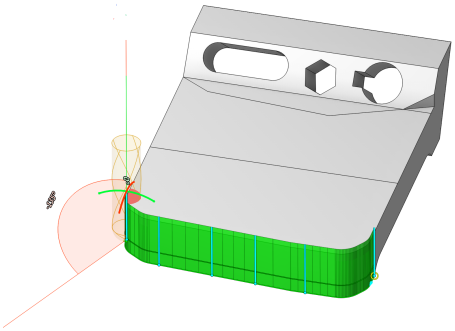


- Чтобы выбрать группу векторов, щелкните по первому вектору удерживая shift, затем по

© 2025 ООО СПРУТ Технология

последнему вектору. Будут выбраны все векторы между ними.





Перетаскивая точку в виде окружности, можно изменять начало траектории. Кликнув на синюю стрелку, можно изменить направление движения инструмента по кривой.

При выделении кривой появляется всплывающее окно, с помощью которого можно задавать следующие параметры:



Подход. Устанавливает направление оси инструмента и величину врезания. При выделении этого пункта появляется желтая стрелка и отрезок с желтой точкой. Перетаскивая отрезок, можно устанавливать величину и направление врезания. Поворачивая жёлтую стрелку можно устанавливать ориентацию инструмента при подходе к врезанию.

Отход. Устанавливает направление оси инструмента и расстояние при отходе. При выделении этого пункта появляется желтая стрелка и отрезок с желтой точкой. Перетаскивая отрезок, можно устанавливать величину и направление отхода. Поворачивая жёлтую стрелку можно устанавливать ориентацию инструмента при отходе.

Вкл/Выкл R компенсации. Выполняет компенсацию на точку контакта инструмента, переключая направление вектора с

направления по оси инструмента на направление по нормали к поверхности инструмента в точке его контакта.

Режим интерполяции нормалей. Определяет закон изменения направления вектора от точки к точке.

Относительно кривой. Изменение вектора выполняется на основе учета касательной к кривой.

Линейный. Изменение вектора происходит по линейному закону.

Сглаженный. Изменение вектора происходит по сферическому закону.

Расстояние сглаживания нормали. Расстояние между двумя точками на траектории, в пределах которого угол наклона инструмента сохраняется постоянным.

Выставить вектора инструмента автоматически. Эта функция появляется при работе с **5D кривой**. CAM система предпринимает попытку автоматически выставить вектора по нормали к поверхности.

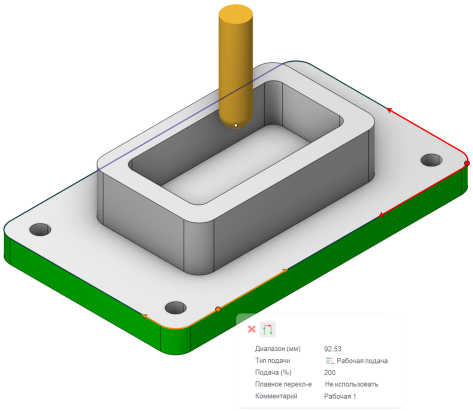
Использовать произвольные вектора инструмента. Эта функция появляется при работе с **Ребром/Кривой**. По умолчанию, CAM система выставляет вектора вдоль заданной поверхности. Для того чтобы появилась возможность редактировать вектора в графическом окне нужно выделить контур и нажать кнопку **Использовать произвольные вектора инструмента**.

Альтернативная передняя сторона. Эта функция появляется в графическом окне при работе с **Ребром/Кривой**. Ребро/кривая может относиться к двум поверхностям. Нажав эту кнопку можно переключиться на одну из двух поверхностей,

Преобразовать в сплайн. Если кривая не является сплайном, нажав соответствующую кнопку, вы можете преобразовать данную кривую в сплайн.

Режим контроля подачи. Эта функция позволяет создать контур с конкретными значениями подачи. Для того, чтобы иметь возможность редактировать подачи, вам нужно щелкнуть соответствующую кнопку в графическом окне. Кликните на участок кривой, где вы хотите определить нужный режим подач. Во всплывающем окне выберите команду **Добавить новый канал.** Перетаскиванием точки можно переместить обрабатываемый сегмент в любое место на кривой. Перетаскиванием стрелок можно расширить этот сегмент вдоль кривой. Повторным кликом на обрабатываемом сегменте можно вызвать всплывающее окно, в котором задать необходимые параметры управления подачей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Диапазон (мм). Введите длину участка контура, на котором регулируется значение подачи.

Тип подачи. Выберите необходимый вид перемещения - на **Рабочей подаче** или на **Ускоренной подаче**.

Подача (%). Можно установить значение подачи на редактируемом контуре в процентах от значения **Типа подачи**, установленного во вкладке **Режимы обработки**.

Плавное переключение. Можно обеспечить плавное изменение подачи к устанавливаемому значению (**Подача (%).**)

Не использовать. Сглаживание изменения подачи не выполняется.

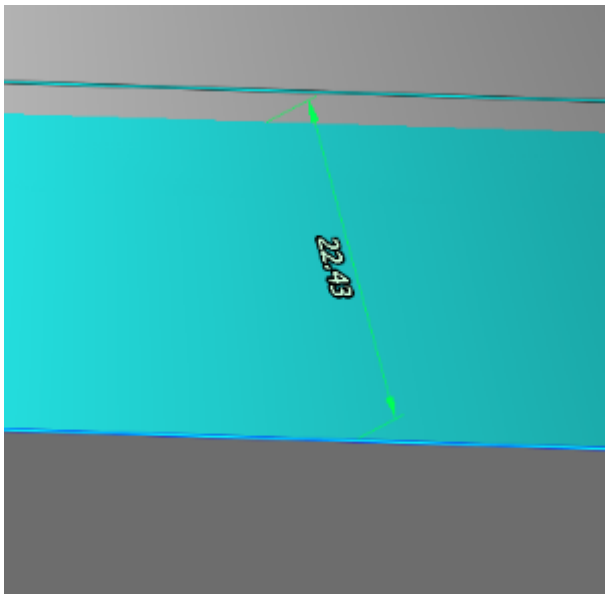
В (%) диапазона. Изменение подачи производится через расстояние, равное половине **Шага**, определяемого в процентах от величины **Диапазона** так, чтобы достичь значения **Подачи (%)** к середине **Диапазона**.

По шагу подачи. Изменение подачи производится ступенчато через заданное значение **Шага** до достижения заданной **Подачи (%)** к середине **Диапазона**.

Нажатием кнопки [**Delete**] можно удалить редактируемый сегмент установки режима подач. Повторное нажатие кнопки **Режим контроля подачи** приведет к выходу из режима редактирования подачи.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Если кликнуть левой кнопкой мыши по контуру, появляется размер, которым можно редактировать **Высоту** векторов. Это влияет только на удобство работы.

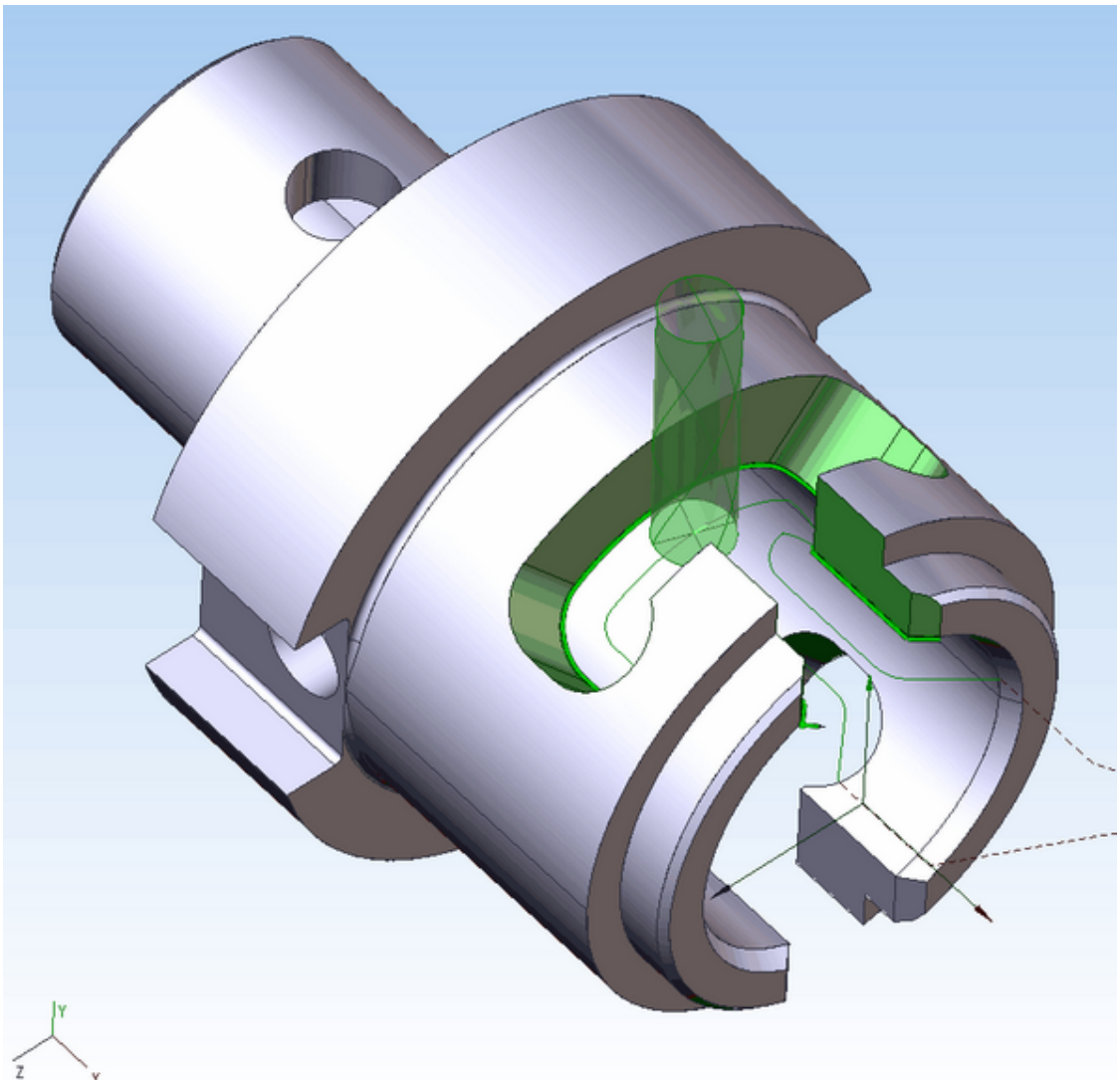


Сопутствующие ссылки:

Операция 5D контур(see page 1009)

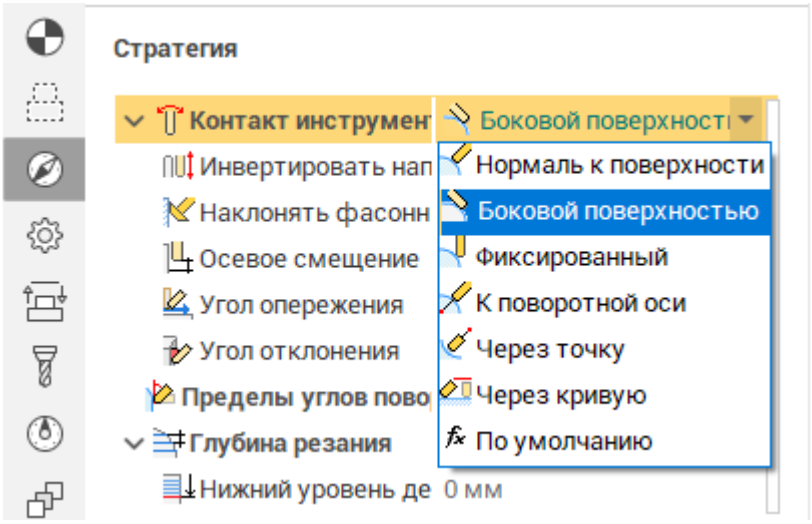
© 2025 ООО СПРУТ Технология

5-ти осевая обработка боковой поверхностью фрезы



Для обработки линейчатых поверхностей боковой поверхностью фрезы необходимо установить параметр <Контакт инструмента> в позицию <Боковой поверхностью>. Галочка <Инвертировать направление> меняет направление оси инструмента на противоположное. Параметр <Осевое смещение> позволяет задать дополнительный сдвиг вдоль оси инструмента.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

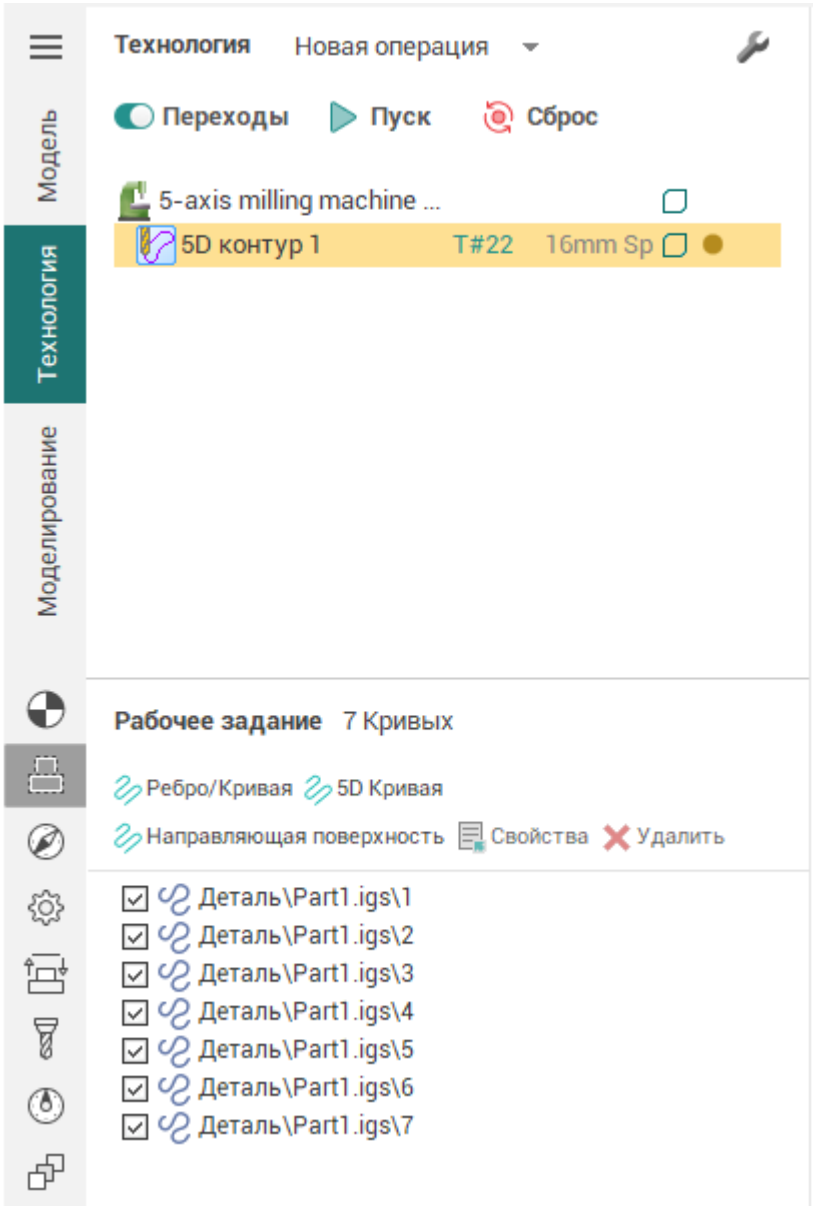


Формирование рабочего задания производится с помощью ребер геометрической модели или 3д кривых. Если при перемещении указателя мыши по геометрической модели ребра не подсвечиваются, нужно проверить, нажата ли кнопка выбора ребер на панели фильтров выбора (для 3д кривых есть соответствующая кнопка).



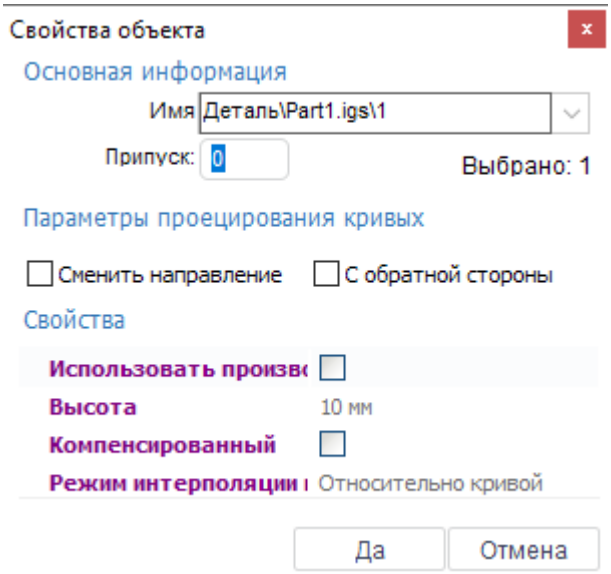
Если кнопка нажата, но ребра по прежнему не выбираются, необходимо сшить(see page 254) поверхности модели в единое тело.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Если множество стыкующихся ребер необходимо обработать за один проход, то они все должны быть выбраны с экрана и добавлены в окно рабочего задания однократным нажатием на кнопку <**Ребро/кривая**>. В этом случае все ребра объединяются в единую кривую и обрабатываются целиком. Если каждое ребро добавлять в список отдельно, то и обрабатываться они будут по очереди. Для одновременного выбора нескольких объектов необходимо удерживать кнопку [Ctrl].

Направление обработки выбранной кривой и сторона обрабатываемой поверхности задаются в окне свойств элемента.

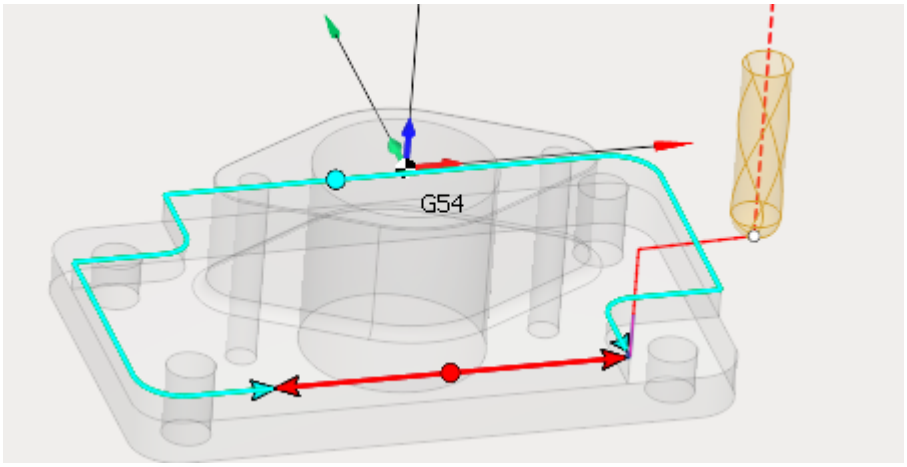


Сопутствующие ссылки:

Операция 5D контур(see page 1009)

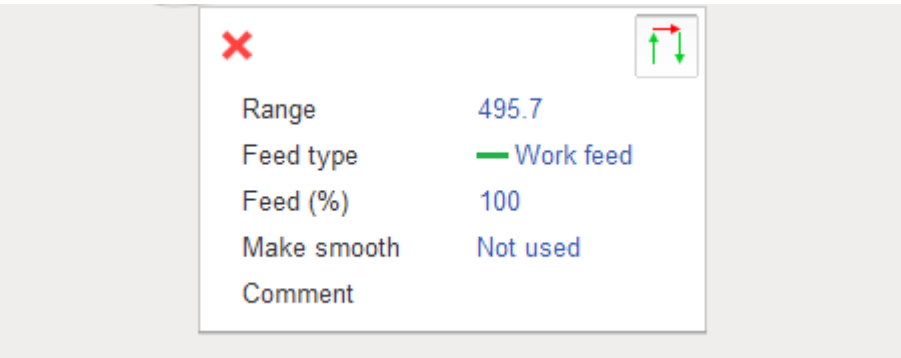
Контроль подач

Эта функция позволяет создать контур с конкретными значениями подачи. Для того, чтобы иметь возможность редактировать подачи, вам нужно щелкнуть кнопку **Режим контроля подач**.

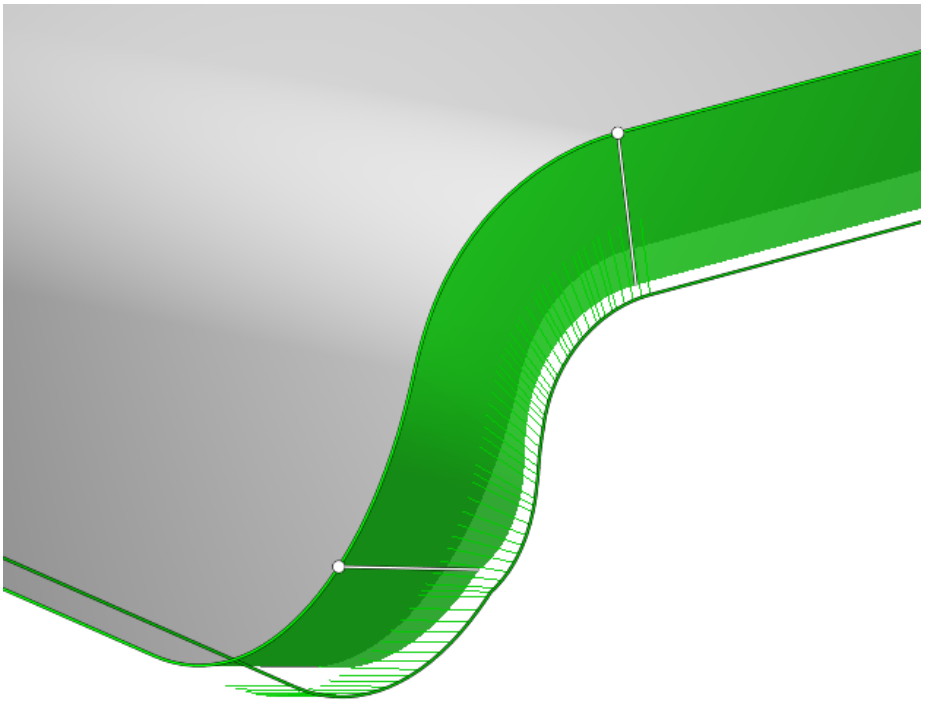


На всплывающей панели вы можете управлять диапазоном, типом подачи, скоростью и плавностью интерполяции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Использование произвольных векторов



Вектора позволяют выставить ориентацию инструмента в любой точке контура.

Для того чтобы появилась возможность редактировать вектора нужно выделить контур и нажать кнопку Использовать произвольные вектора.

Если в рабочее задание была добавлена 5D кривая, а не ребро, тогда по умолчанию присутствует только один Фиксированный вектор. Нажав ту же кнопку, SprutCAM попробует автоматически выставить вектора.

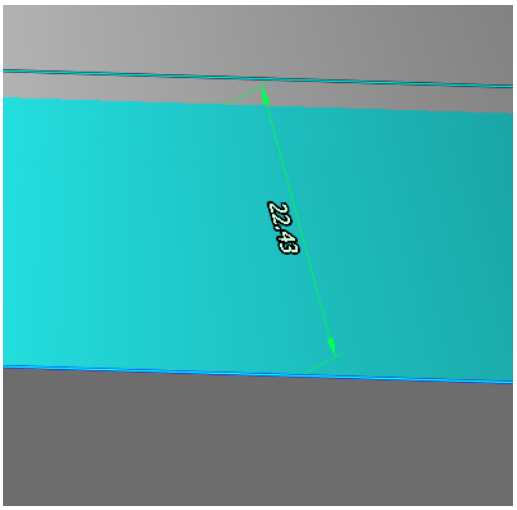


Использование Произвольных векторов дает возможность редактировать исходную обрабатываемую поверхность. Способы редактирования:

- удерживая левой кнопкой мыши точку, можно перемещать вектор по контуру.
- если тоже самое сделать с нажатой кнопкой Ctrl будет перемещаться скопированный вектор, основной остается на месте.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

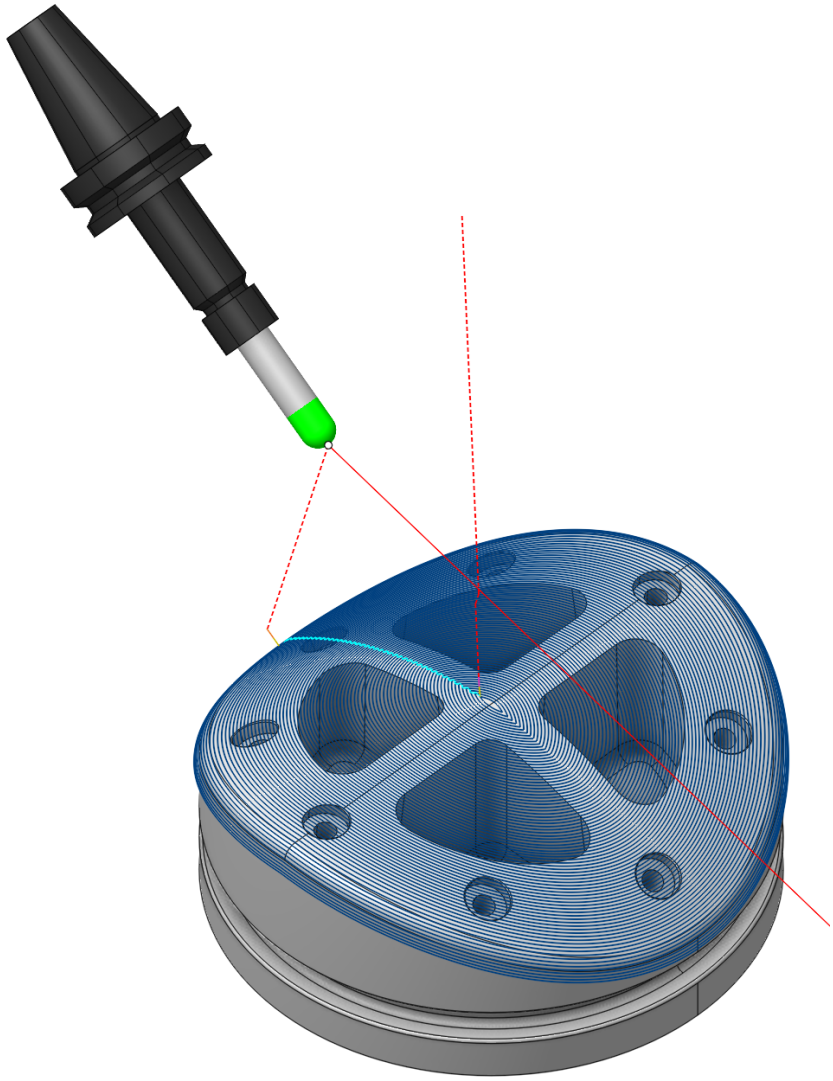
- кликнув на вектор можно редактировать направление через интерактивную сферу, в которой имеются две окружности вдоль и поперек исходной поверхности (или меняя значение двух углов).
- удерживая Shift, левой кнопкой мыши есть возможность отклонять вектор строго к нужной точке на поверхности детали.
- удалить вектор через кнопку Del на клавиатуре.



Если кликнуть левой кнопкой мыши по контуру, заданному в рабочем задании появляется размер, которым можно редактировать высоту векторов. Это влияет только на удобство работы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.4.12 5D по поверхностям



Область применения:

Операция чистовой обработки позволяет обработать поверхность модели разнообразными стратегиями (параллельно к плоскости, параллельно к кривой, морфинг и другие) и режимами управления осью инструмента (фиксированный, по нормали к поверхностям, к оси вращения, к точке, к кривой и т.д.).

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Поверхности, для обработки которых строится траектория.

Первая кривая. Используется в стратегии **Параллельно к кривой** и определяет кривые, параллельно к которым будут рассчитываться проходы. Также применяется в стратегии **Морфинг между двумя кривыми,** чтобы определить первую кривую. Можно выбрать одну кривую или несколько не обязательно связанных кривых или ребер.

Вторая кривая. Используется в стратегии **Морфинг между двумя кривыми.** Можно выбрать одну или несколько не обязательно связанных кривых или ребер в качестве **Второй кривой.**

Кривая наклона. Кривая, к которой направлен вектор оси инструмента при задании ориентации инструмента **Через кривую**.

Поверхности для проецирования. Поверхности, предназначенные для обработки и на которые переносится траектория, при включении опции **Проецировать траекторию на деталь** во вкладке **Стратегия**.

Первая поверхность. Используется в стратегии **Морф между двумя поверхностями** как первая из поверхностей, между которыми выполняется морфинг для построения линий проходов траектории.

Вторая поверхность. Используется в стратегии **Морф между двумя поверхностями** как вторая из поверхностей, между которыми выполняется морфинг для построения линий проходов траектории.

Рабочая зона. Определяет области детали, ограниченные 2D геометрией, внутри которых должны быть сформированы рабочие проходы. Плоскость, на которой заданы ограничения, определяется первоначальной ориентацией инструмента . Узнать больше.(see page 523)

Зона ограничений. Задаются области детали, которые не должны быть обработаны на текущей операции. Узнать больше.(see page 539)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия:

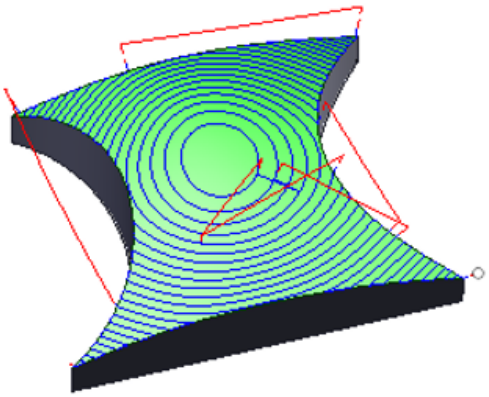
Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

Нажмите здесь для раскрытия...

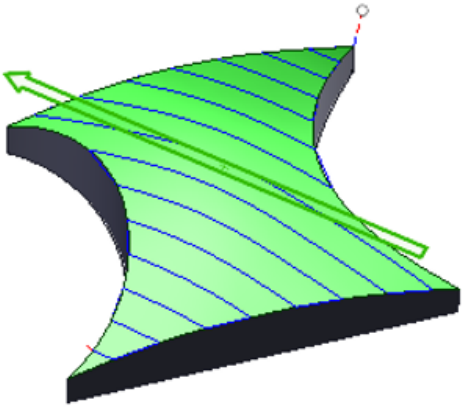
Типы стратегий:
Нажмите здесь для раскрытия...

Параллельно к горизонтальной плоскости. Проходы траектории инструмента генерируются как линии сечения обрабатываемых поверхностей горизонтальными плоскостями (плоскости перпендикулярны к оси инструмента), как в траектории **Чистовой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

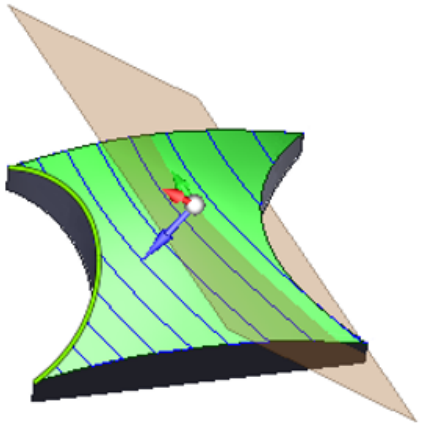
© 2025 ООО СПРУТ Технология



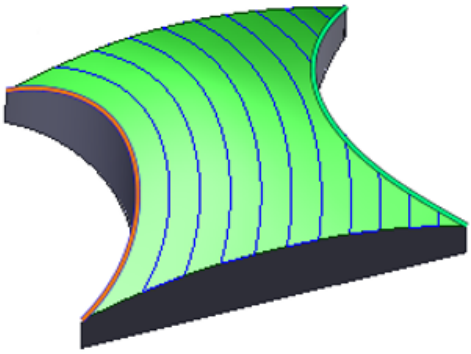
Параллельно к вертикальной плоскости. Проходы траектории инструмента генерируются как линии сечения обрабатываемых поверхностей вертикальными плоскостями (плоскости параллельны оси инструмента), как в **Чистовой построчной операции.** Можно изменить угол поворота плоскости вокруг оси инструмента. Узнать больше.(see page 895)



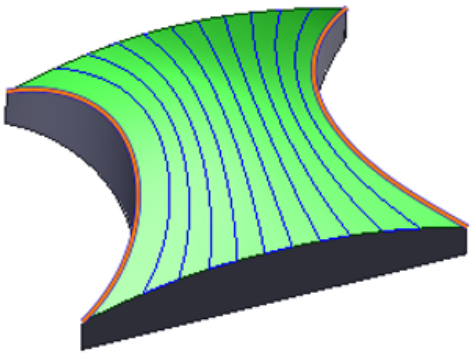
Параллельно к 3D плоскости. Проходы траектории инструмента генерируются как линии сечения обрабатываемых поверхностей плоскостями, расположенными в пространстве под настраиваемыми углами.



Параллельно кривой. Проходы траектории инструмента генерируются по **Обрабатываемым поверхностям** через заданный **Шаг** параллельно **Первой кривой,** заданной в **Рабочем задании.**

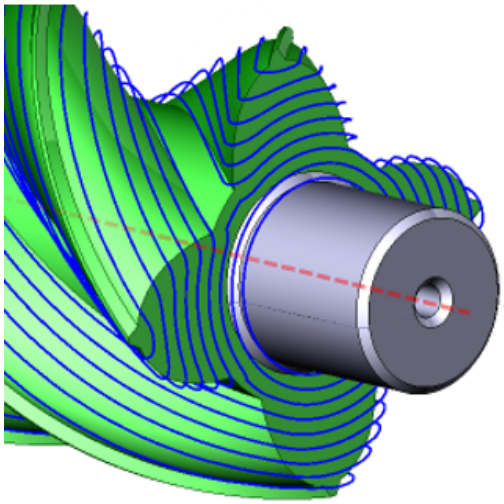


Морфинг между двумя кривыми. Проходы траектории инструмента генерируются как геометрическое множество точек на обрабатываемой поверхности так, чтобы отношение расстояния от **Первой кривой** до точки к расстоянию от точки до **Второй кривой** оставалось неизменным для данного прохода.

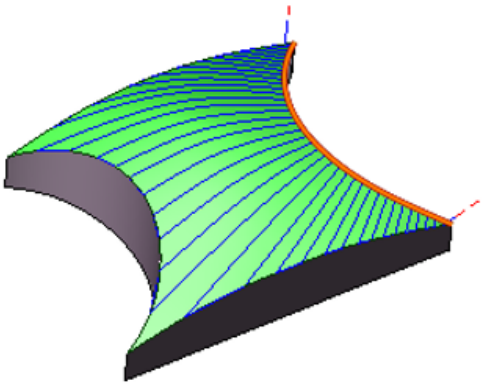


© 2025 ООО СПРУТ Технология

Вокруг оси вращения. Проходы траектории инструмента генерируются как сечения обрабатываемых поверхностей через заданный **Шаг** цилиндрами с осью, заданной как **Поворотная ось.**

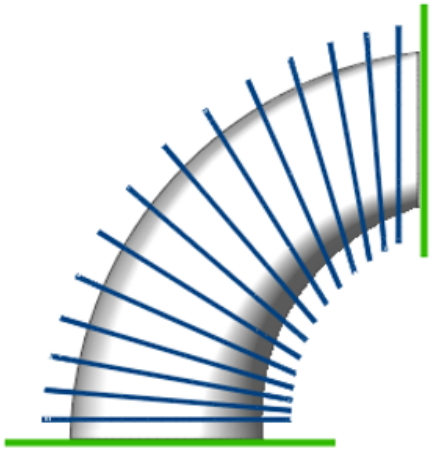


Поперек кривой. Проходы траектории инструмента генерируются как линии сечения обрабатываемых поверхностей плоскостями, перпендикулярными **Первой кривой,** заданной в **Рабочем задании.**

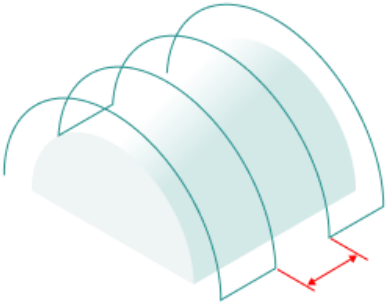


Морф между двумя поверхностями. Проходы траектории инструмента генерируются как линии сечения обрабатываемой поверхности поверхностями, получаемыми в результате плавного перехода от **Первой поверхности** ко **Второй поверхности,** на расстояниях, соответствующих **Шагу**.

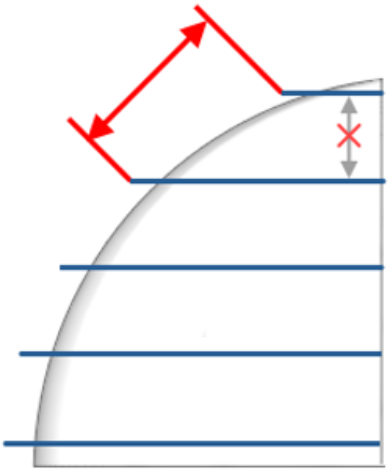
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Шаг. Максимально допустимая ширина резания. Узнать больше.
(see page 1032)



Адаптивный шаг. Данный параметр изменяет расстояния между проходами инструмента соответственно радиусам кривизны поверхности и инструмента так, чтобы оставалась постоянная величина гребешка после обработки поверхности. Узнать больше.(see page 751)



Расчет по центру инструмента. Установка флага включает режим, при котором рабочие проходы генерируются так, что вначале обрабатываемые поверхности смещаются по форме инструмента для 3-х осевой обработки или вдоль нормали на радиус инструмента

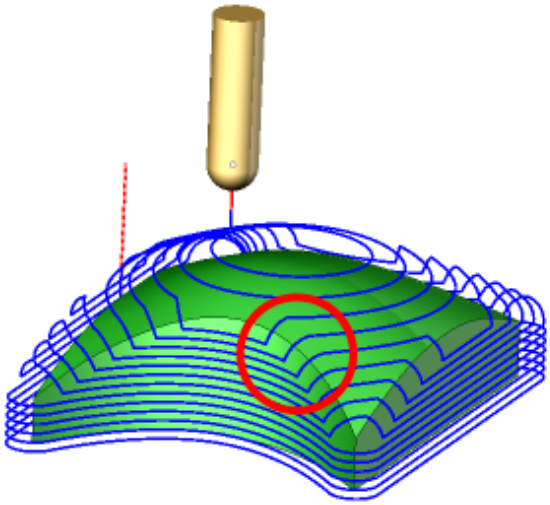
© 2025 ООО СПРУТ Технология

для 5-ти осевой обработки и только после этого рассчитываются кривые на этих смещенных поверхностях. В другом режиме сперва генерируется траектория инструмента в виде кривых на обрабатываемых поверхностях. Затем происходит позиционирование и ориентирование инструмента относительно рассчитанных кривых так, чтобы точка контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью оставалась неизменной.

Сравнение траектории основанной на центре и на точке контакта инструмента.

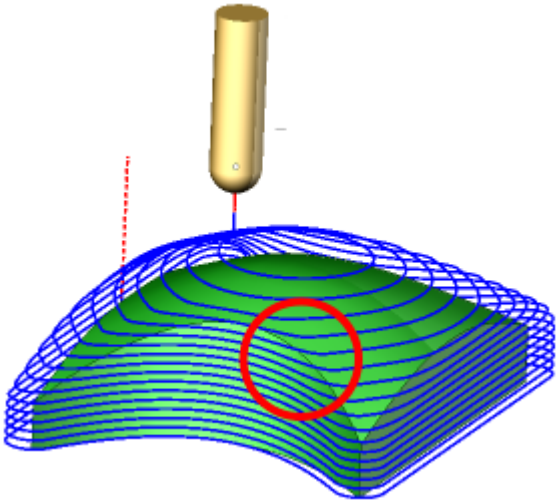
Доступно два режима расчета

1. Расчет основанный на точке контакта инструмента



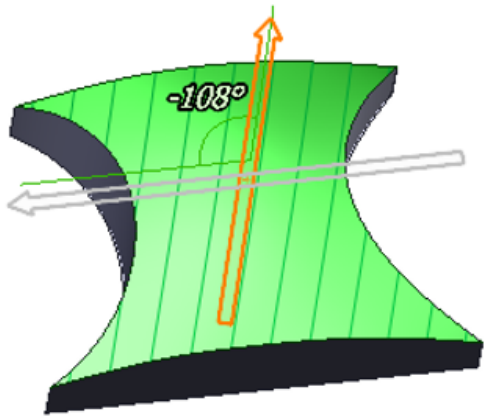
В этом режиме первым этапом генерируются рабочие проходы путем расчета кривых на обрабатываемых поверхностях. Затем происходит позиционирование и ориентирование инструмента относительно рассчитанных кривых таким образом, что точка контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью остается неизменным. Данный режим желателен, например, для обработки гладких поверхностей или когда выбран режим обработки боковой поверхностью инструмента

2. Расчет основанный на центре инструмента



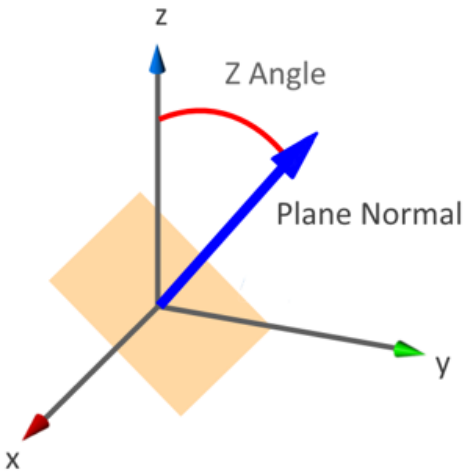
В этом режиме рабочие проходы генерируются таким образом, что вначале обрабатываемые поверхности смещаются по форме инструмента для 3 осевой обработки или вдоль нормали на радиус инструмента для 5-ти осевой обработки и только после этого рассчитываются кривые на этих смещенных поверхностях. Например, для стратегии **Параллельно к плоскости это** означает что генерируемые проходы будут лежать на параллельных плоскостях.

Угол XY. Угол поворота секущих плоскостей вокруг оси инструмента.

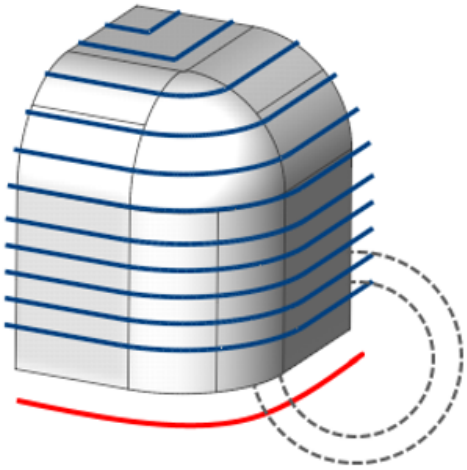


Угол Z. Угол между осью Z и нормалью к секущей плоскости.

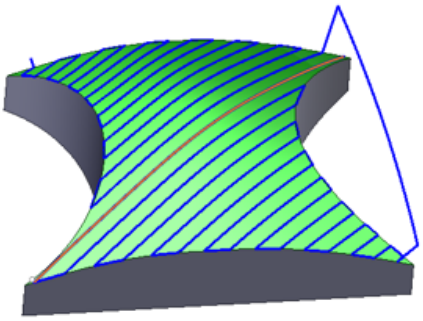
© 2025 ООО СПРУТ Технология



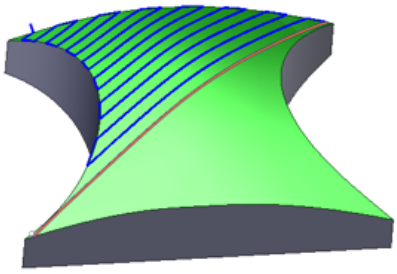
2D кривые. При установке флага, в стратегиях **Параллельно кривой** и **Морфинг между двумя кривыми** рабочие проходы генерируются относительно кривых, спроецированных на плоскость XY.



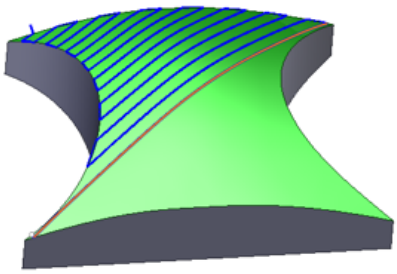
Обработка с одной стороны. В стратегиях **Параллельно кривой** и **Морфинг между двумя кривыми** управляет расположением траектории инструмента относительно кривых, заданных в **Рабочем задании.** При снятом флаге траектория генерируется с обоих сторон кривой.



Слева. В стратегиях **Параллельно кривой** и **Морфинг между двумя кривыми** проходы генерируются с левой стороны кривой, заданной в **Рабочем задании.**

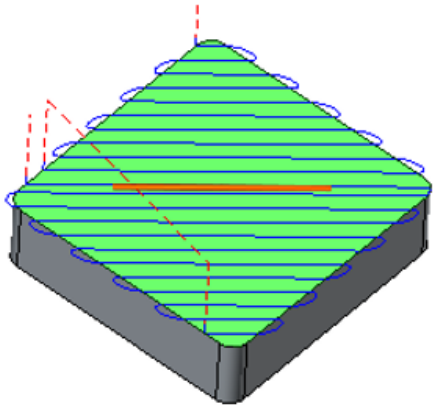


Справа. В стратегиях **Параллельно кривой** и **Морфинг между двумя кривыми** проходы генерируются с правой стороны кривой, заданной в **Рабочем задании.**



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Продлить кривые до бесконечности. Если кривые по размеру меньше обрабатываемой поверхности, то при установленном флаге система продлевает условия параллельности проходов выбранным прямым до границ обрабатываемой поверхности.



Поворотная ось. Ось секущих цилиндров в стратегии **Вокруг оси вращения.**

Тип фрезерования.

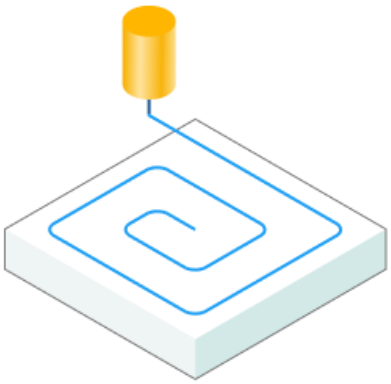
Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Узнать больше(see page 1032). Эта группа параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

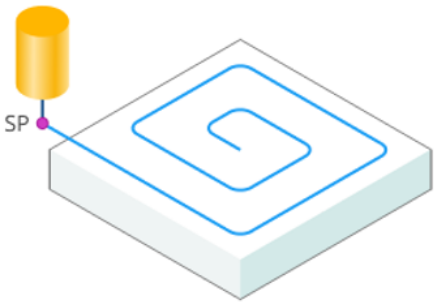
Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Начальная точка. Установка флага позволяет ввести координаты точки, с которой начинаются рабочие проходы при обработке поверхности.

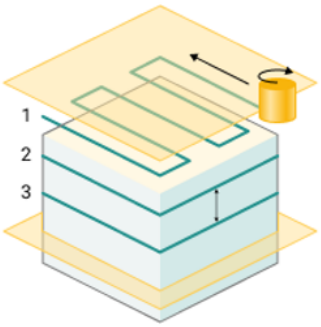
© 2025 ООО СПРУТ Технология





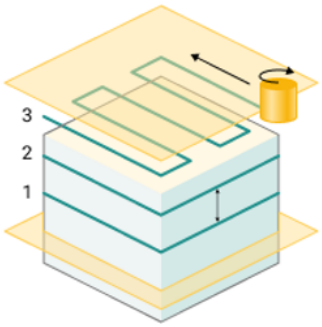
Порядок обработки. Управляет порядком выполнения рабочих проходов инструмента.

Вниз. Рабочие проходы выполняются сверху вниз, от ближайшего прохода к дальнему.

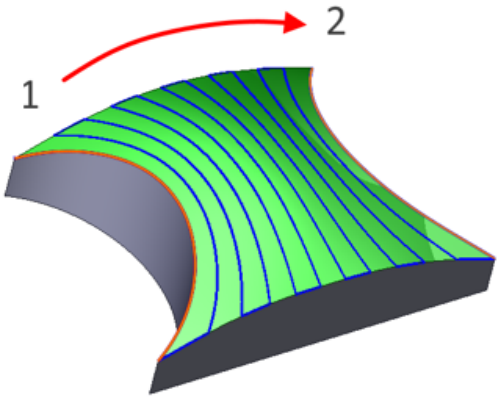


Вверх. Рабочие проходы выполняются снизу вверх, от самого дальнего прохода к ближнему.

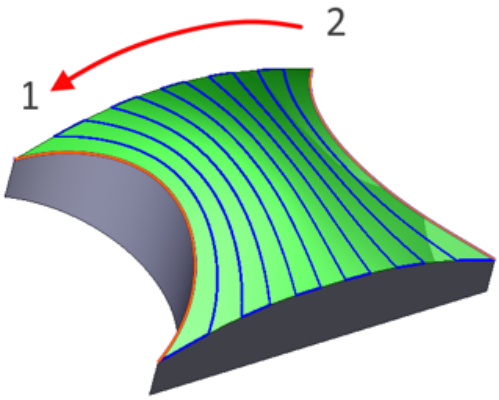
© 2025 ООО СПРУТ Технология



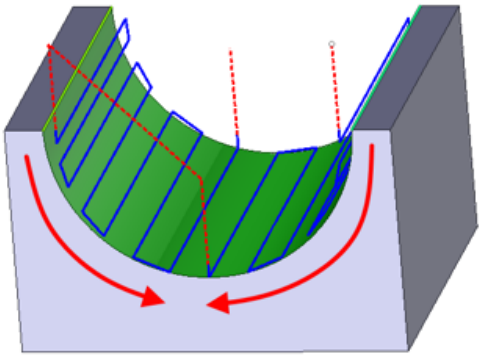
От первого ко второму. Рабочие проходы выполняются от **Первой** ко **Второй кривой** или **поверхности.**



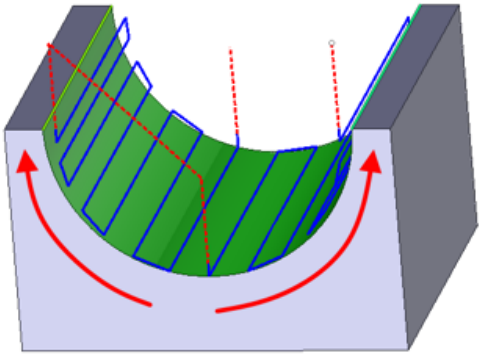
От второго к первому. Рабочие проходы выполняются от **Второй** к **Первой кривой** или **поверхности**.



Снаружи внутрь. Рабочие проходы выполняются от наружных краев обрабатываемой поверхности к середине.



Изнутри наружу. Рабочие проходы выполняются от середины обрабатываемой поверхности к наружным краям.



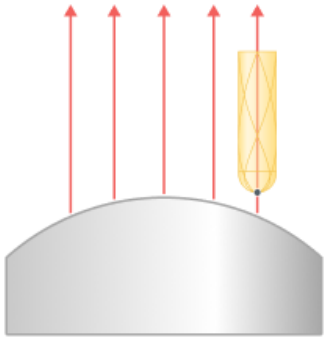
Ориентация инструмента.

Управляет расположением оси инструмента.

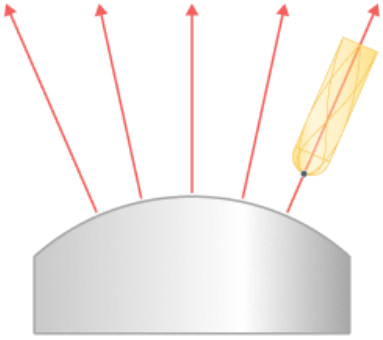
Нажмите здесь для раскрытия...

Фиксированный. Ориентация инструмента зафиксирована на всей траектории и определяется начальным положением поворотных осей станка, которое задается на вкладке **Наладка**.

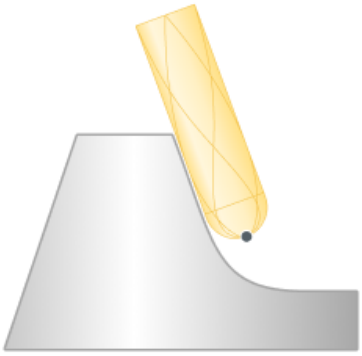
© 2025 ООО СПРУТ Технология



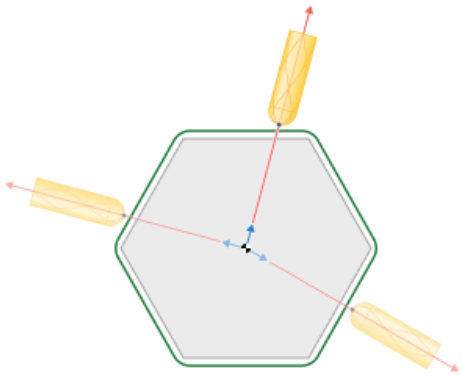
Нормаль к поверхности. Ось инструмента ориентируется по нормали к обрабатываемой поверхности.



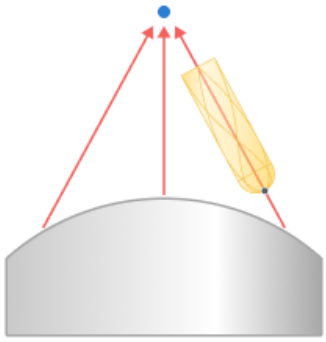
Боком к поверхности. Поверхности обрабатываются боковой частью инструмента.



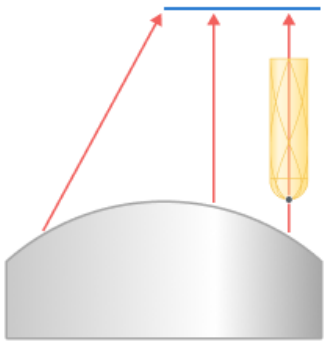
К поворотной оси. Вектор оси инструмента направлен от заданной **Поворотной оси.**



Через точку. Ось инструмента направлена на заданную точку (полюс).

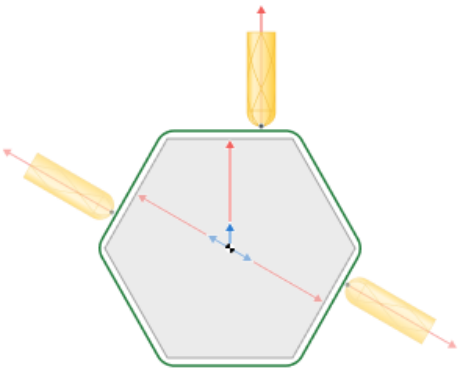


Через кривую. Вектор оси инструмента направлен на ближайшую точку на **Кривой наклона,** заданной в **Рабочем задании.**

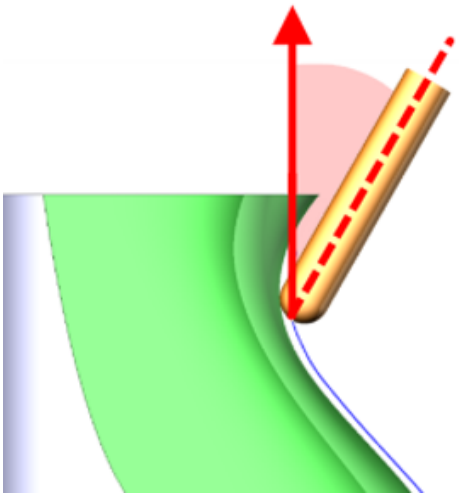


Перпендикулярно к траектории. Ось инструмента перпендикулярна к касательной к траектории и параллельна **Поворотной оси.**

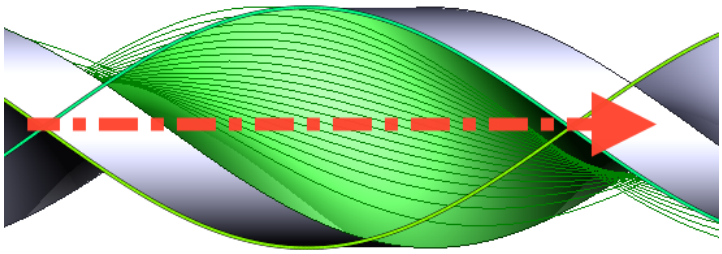
© 2025 ООО СПРУТ Технология



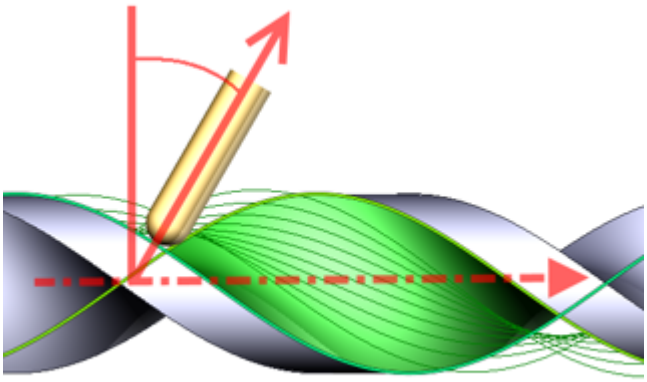
Вертикальный угол отступа. При установке флага, система автоматически наклоняет инструмент до заданного угла в тех местах, где обрабатываемая поверхность имеет крутой или отрицательный уклон (нормаль поверхности смотрит вниз относительно оси инструмента). Это позволяет обработать простые области с поднутрениями.



Поворотная ось. Установка флага фиксирует один из компонентов вектора ориентации инструмента, поддерживая постоянный **Боковой угол.**

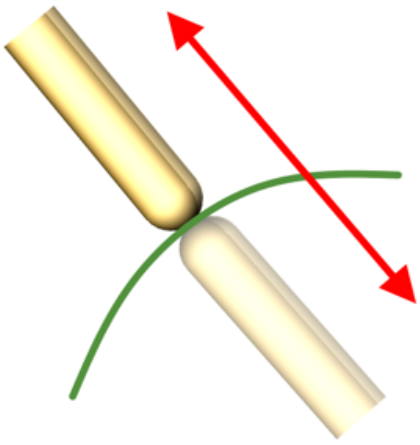


Боковой угол. Устанавливает значение угла наклона оси инструмента по отношению к оси, установленной в качестве **Поворотной оси**.



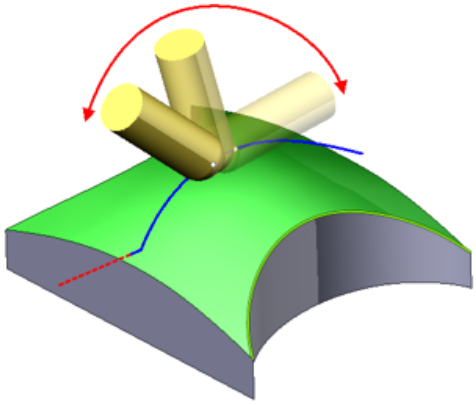
Конечный боковой угол. Устанавливает значение угла наклона оси инструмента по отношению к оси, установленной в качестве **Поворотной оси,** в конце траектории.

Инвертировать направление оси инструмента. Изменяется направление вектора оси инструмента. Используйте этот параметр, если CAM система ошибочно пытается обработать поверхности со стороны, противоположной к желаемой или траектории не формируется.



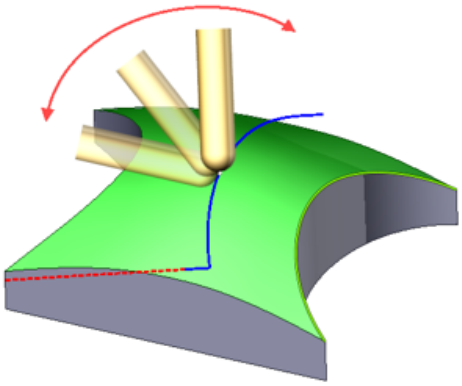
Угол опережения. Дополнительный угол наклона инструмента в плоскости направления движения.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Конечный угол опережения. Дополнительный угол наклона инструмента в плоскости направления движения в конце траектории.

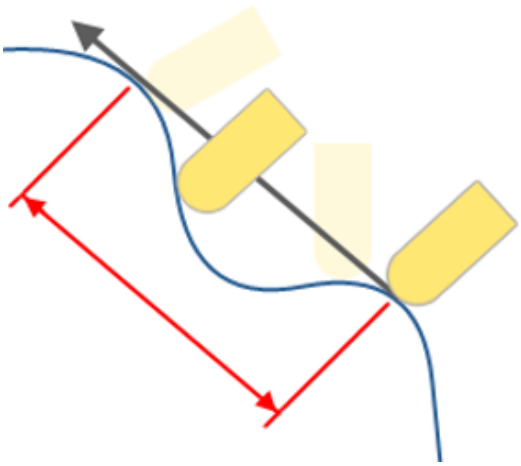
Угол отклонения. Дополнительный угол наклона инструмента в плоскости, перпендикулярной направлению движения.



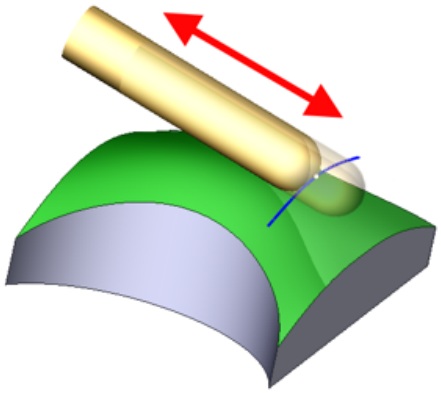
Конечный угол отклонения. Дополнительный угол наклона инструмента в плоскости, перпендикулярной направлению движения в конце траектории.

Расстояние сглаживания. Расстояние на траектории, в пределах которого угол наклона инструмента сохраняется постоянным.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

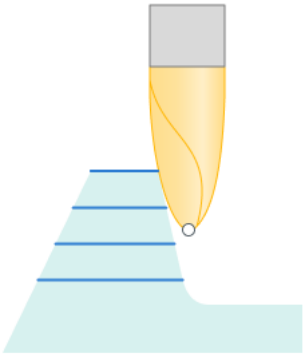


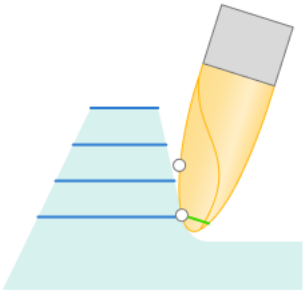
Осевое смещение. Функция смещает точку контакта инструмента и обрабатываемой поверхности вдоль оси инструмента.



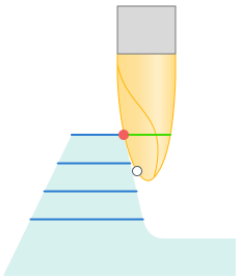
Точки контакта. Позволяет изменить точки контакта инструмента с начальной линии на конечную.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

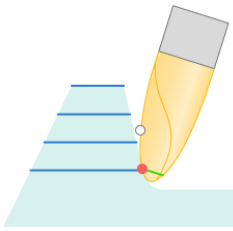




Начальный параметр. Начальная точка контакта.

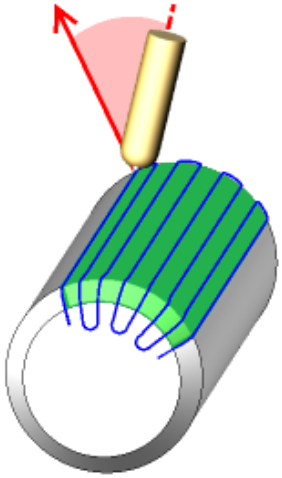


Конечный параметр. Конечная точка контакта.

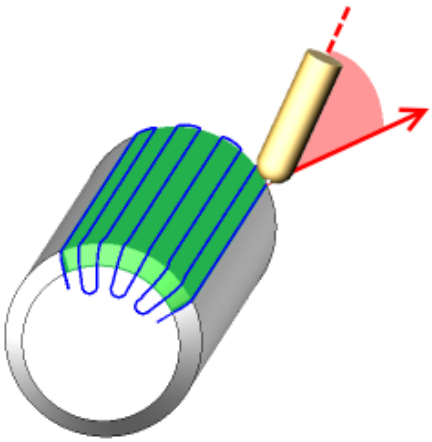


Угол отклонения 1. Угол, на который отклоняется инструмент в положительном

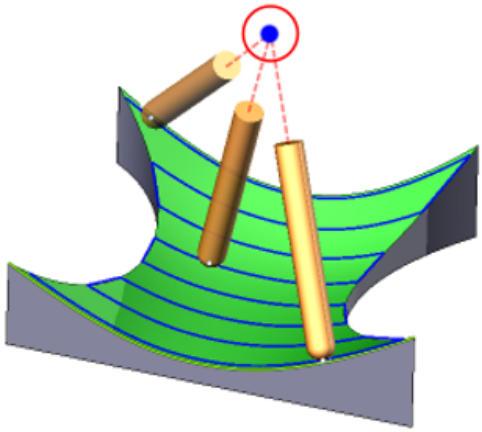
направлении от первоначального вектора на **Поворотную ось** в плоскости, перпендикулярной **Поворотной оси**.



Угол отклонения 2. Угол, на который отклоняется инструмент в отрицательном направлении от первоначального вектора на **Поворотную ось** в плоскости, перпендикулярной **Поворотной оси**.



Начало. Устанавливает координаты полюса:

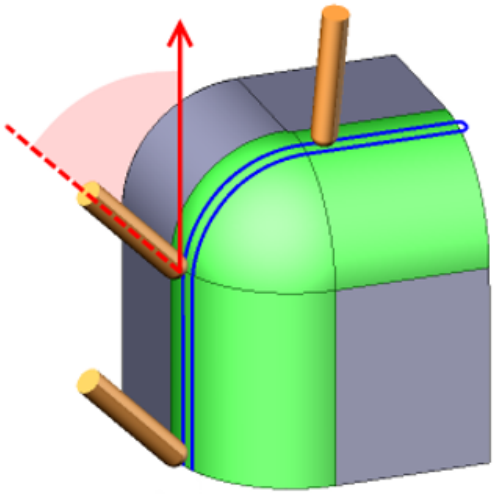


© 2025 ООО СПРУТ Технология

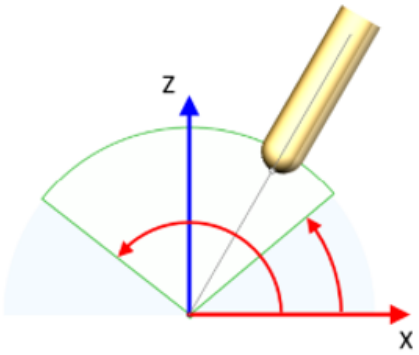
Пределы углов поворота.

При установленном флаге задает предельные значения углов расположения инструмента относительно осей.

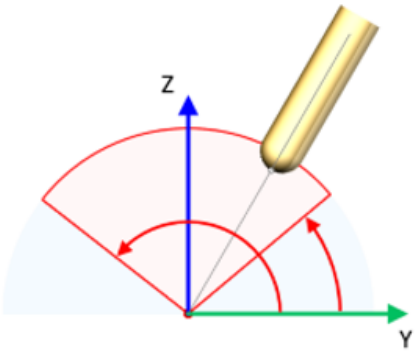
Нажмите здесь для раскрытия...



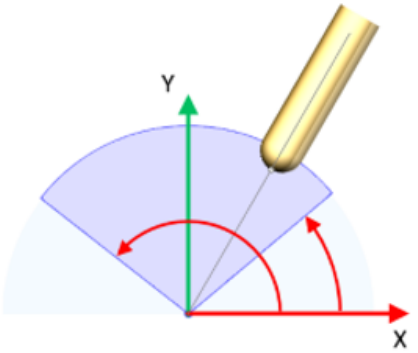
Вокруг X (YZ). Установка флага задает предельные значения наклона инструмента к оси X, в плоскости YZ.



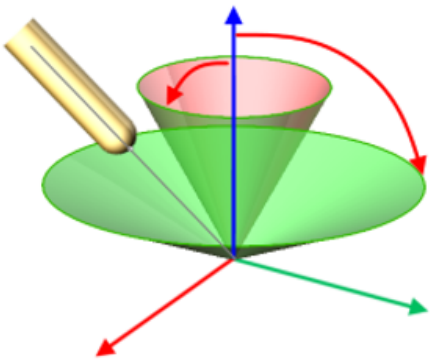
Вокруг Y (XZ). Установка флага задает предельные значения наклона инструмента к оси Y, в плоскости XZ.



Вокруг Z (YZ). Установка флага задает предельные значения наклона инструмента к оси Z, в плоскости XY.



Предел конуса. Установка флага задает предельные значения угла наклона инструмента к заданной оси в пределах двух конусов с обозначенными углами.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

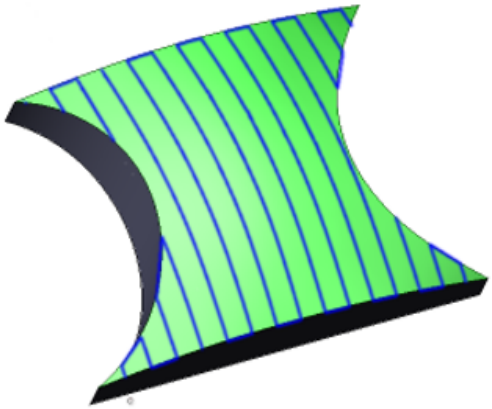
Рабочая зона:

Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **Рабочее задание.**

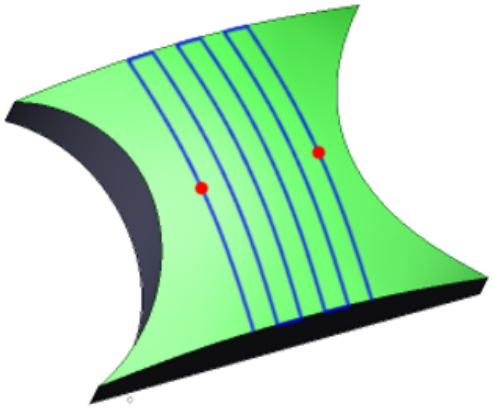
Нажмите здесь для раскрытия...

Тип плоскости. В стратегиях, параллельных к плоскостям, формируются ограничения на размещение секущих плоскостей.

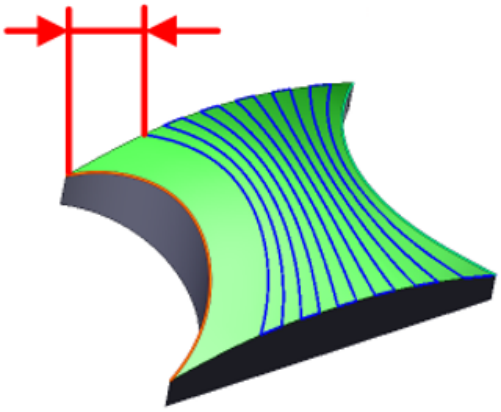
Без полей. Секущие плоскости формируются без ограничений.



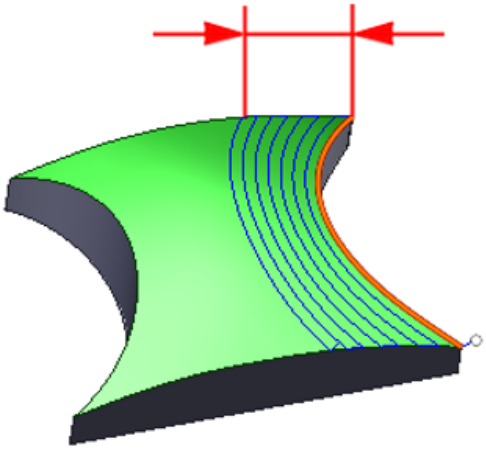
Точками. Секущие плоскости размещаются между двумя точками. В графическом окне, с помощью мыши перетащите красные точки в нужные позиции.



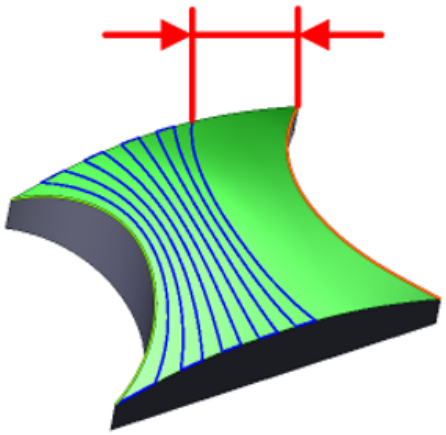
Начальное поле. В стратегиях относительно кривой или поверхности, параметр определяет отступ от **Первой кривой** или поверхности, откуда начинается формирование траектории.



Ширина зоны. В стратегиях относительно кривой, параметр определяет расстояние от **Начального поля** до последнего прохода.



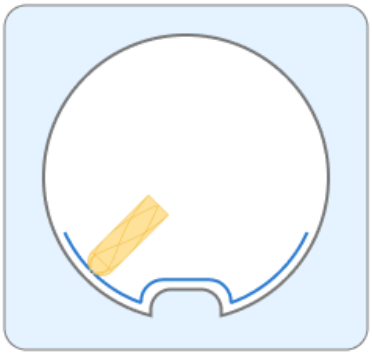
Конечное поле. Параметр определяет отступ от Второй кривой или поверхности, до которого идет формирование траектории.



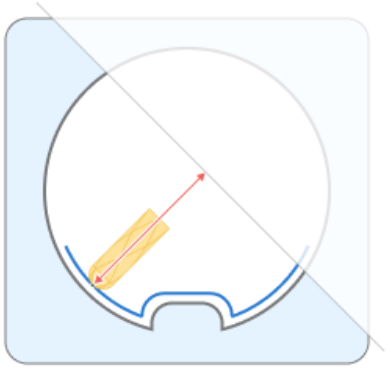
Ограничить рабочую зону. В стратегии **Поперек кривой** позволяет использовать для траектории только тот участок **Обрабатываемой поверхности,** который ближе к текущей точке на кривой.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Обработка изнутри. Параметр позволяет обрабатывать внутренние поверхности детали (проецировать траекторию на внутренние поверхности детали).



Максимальная высота проверки. Определяет зону проецирования. Проецирование не будет выполняться на поверхности, расположенные ниже этого уровня. Проверка на столкновение инструмента с деталью выполняется только ниже заданной высоты.



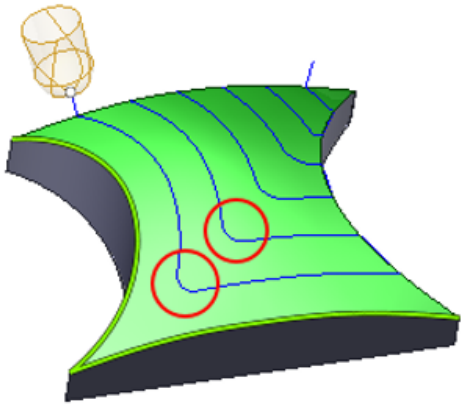
Основные параметры этой группы аналогичны **Чистовой построчной операции.** Узнать больше.(see page 904)

Сглаживание углов:

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели.

Нажмите здесь для раскрытия...

Расстояние сглаживания. Это расстояние в пределах острого угла, в пределах которого выполняется сглаживание.



Черновые проходы.

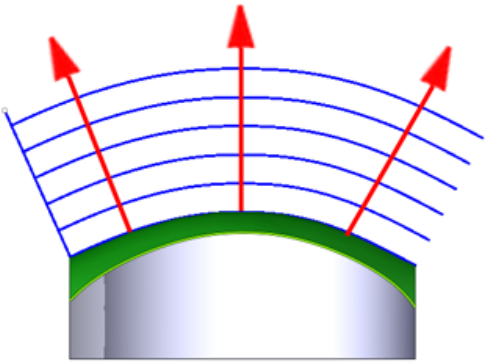
Траектория инструмента смещается на величину толщины **Черновых проходов**. Дополнительные проходы добавляются в контур по указанному в параметрах значению с указанным количеством шагов.

Нажмите здесь для раскрытия...

Ориентация черновых проходов.

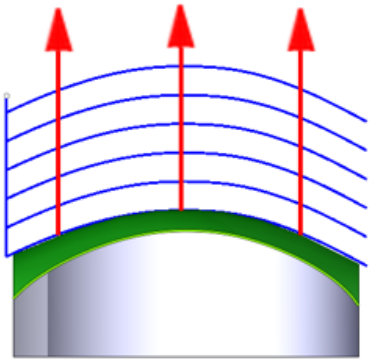
Нажмите здесь для раскрытия...

По нормали к поверхности. Черновые проходы рассчитываются как смещение чистовых проходов вдоль нормали поверхности.

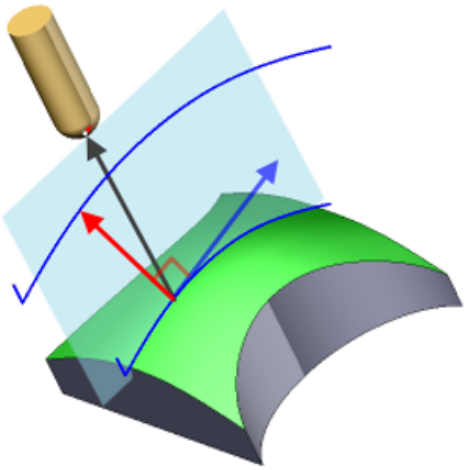


Вдоль оси инструмента. Черновые проходы рассчитываются как смещение чистовых проходов вдоль оси инструмента.

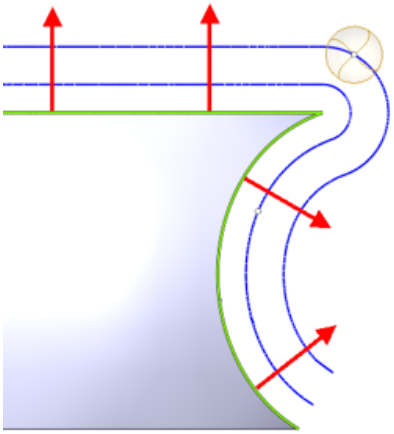
© 2025 ООО СПРУТ Технология



В плоскости инструмента. Черновые проходы рассчитываются как смещение чистовых проходов в плоскости движения инструмента. Это хорошо работает для стратегии **Параллельно к вертикальной плоскости** и когда поверхности обрабатываются торцевой частью инструмента.

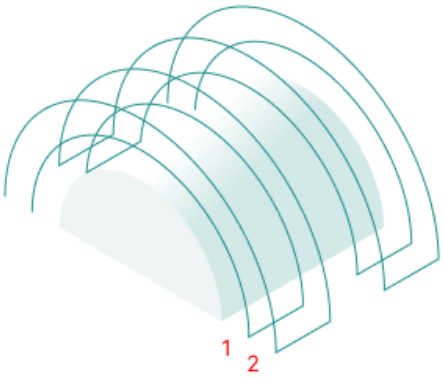


Перпендикулярно оси инструмента. Черновые проходы рассчитываются как смещение чистовых проходов в плоскости перпендикулярной оси инструмента. Этот режим хорошо подходит для стратегии **Параллельно к горизонтальной плоскости.**

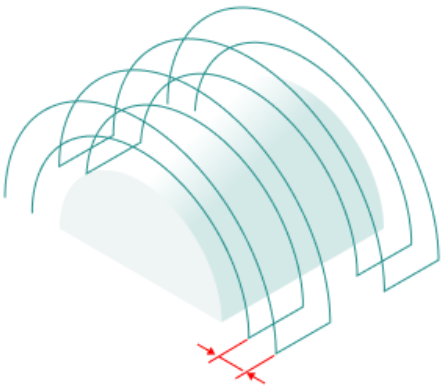


По умолчанию. Выводится способ расчета, принятый в системе по умолчанию.

Количество. Количество черновых проходов.



Шаг. Расстояние между черновыми проходами. Узнать больше.(see page 1032)

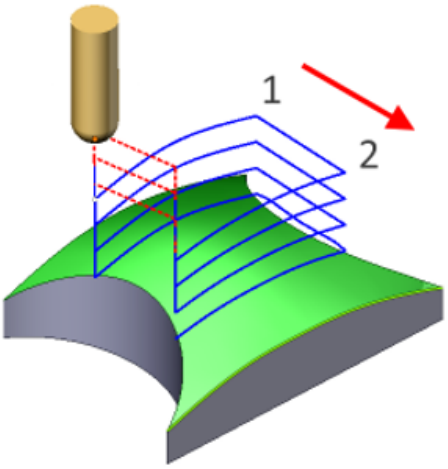


Сортировка. Определяет порядок выполнения черновых проходов.

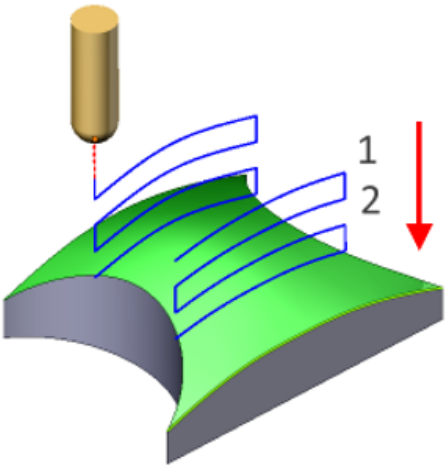
Нажмите здесь для раскрытия...

© 2025 ООО СПРУТ Технология

По уровням. Черновые проходы выполняются в порядке расположения слоев.



По строкам. Черновые проходы выполняются в порядке расположения строк.

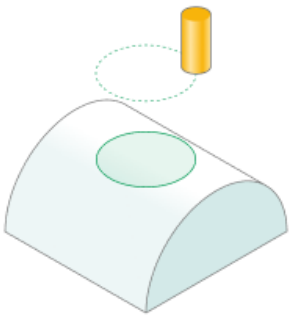


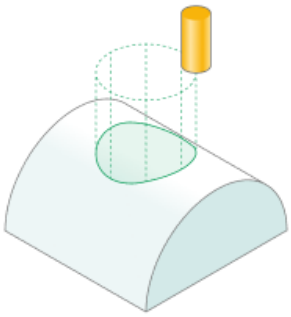
Проецировать траекторию на деталь.

Установка флага позволяет выполнить построение траектории обработки поверхностей, установленных в **Рабочем задании** как **Поверхности для проецирования** путем переноса траектории, полученной для **Обрабатываемой поверхности**, на **Поверхности для проецирования**.

Нажмите здесь для раскрытия...

При установке флага, в качестве Обрабатываемой поверхности необходимо указать не поверхности на детали, которые должны быть непосредственно обработаны (фрезеруемые поверхности), а поверхности на вспомогательной геометрии, которую можно получить, например, дополнительными построениями в CAD-модуле. Эти поверхности должны быть расположены относительно фрезеруемых поверхностей так, чтобы с них можно было легко проецировать траекторию. Непосредственно обрабатываемые поверхности должны быть объявлены как Поверхности для проецирования.





По оси инструмента. Проецирование выполняется вдоль оси инструмента.

По нормали поверхности. Проецирование осуществляется вдоль нормалей (перпендикуляров) к поверхности.

Максимальное отклонение. Расстояние показывает, насколько траектория может отклоняться от исходного положения вдоль нормали поверхности.

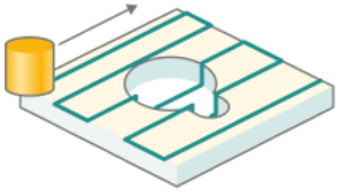
Обрезка.

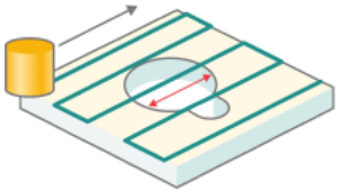
Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории.

Нажмите здесь для раскрытия...

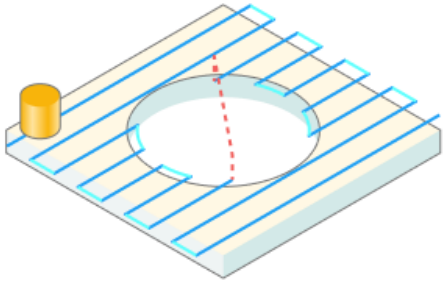
Пропуск отверстий. Установка флага позволяет игнорировать отверстия, диаметр которых, равен или меньше указанного размера.

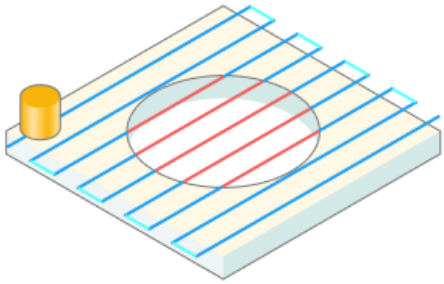
© 2025 ООО СПРУТ Технология



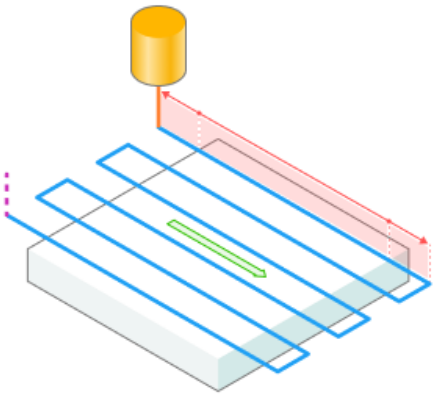


Устранение зазоров. Установка флага позволяет «сшить» зазоры в траектории, меньшие указанного значения.



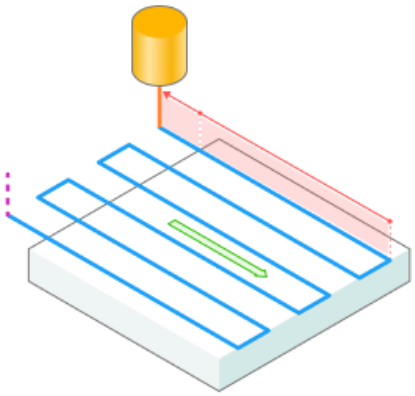


Удлинение/обрезка проходов. Опция позволяет удлинить или обрезать начало и конец траектории.

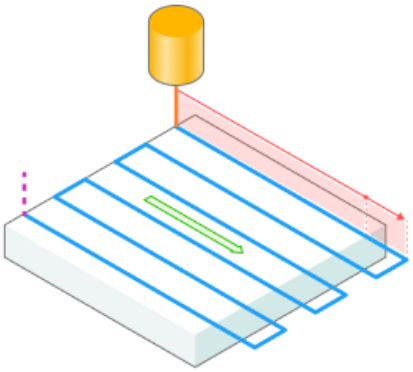


Начало. При вводе положительного значения, система удлиняет начало рабочих проходов траектории на указанную величину. При вводе отрицательного значения, начала проходов укорачиваются.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Конец. При вводе положительного значения, система удлиняет конец рабочих проходов траектории на указанную величину. При вводе отрицательного значения, концы проходов укорачиваются.



Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

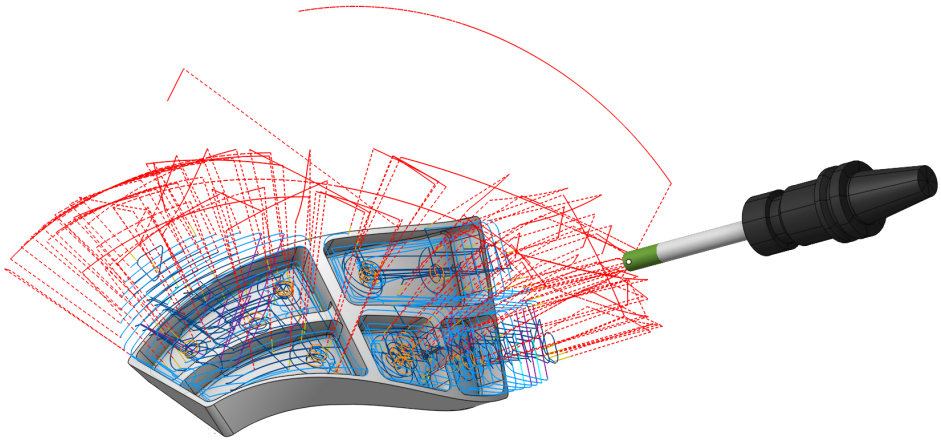
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.4.13 5D Черновая послойная



Область применения:

Специализированная операция для обработки карманов с криволинейной поверхностью дна, на основе **Черновой послойной операции**.

Рабочее задание:

Поверхность пола. Управляющая поверхность. В ее качестве обычно принимается поверхность дна кармана.

Кривая рабочей зоны. Зоны обработки используются для определения областей детали, которые должны быть подвергнуты операциям черновой и чистовой фрезерной обработки. В данной операции для определения рабочей зоны может применяться только **замкнутая** кривая. Узнать больше(see page 523).

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия обработки:

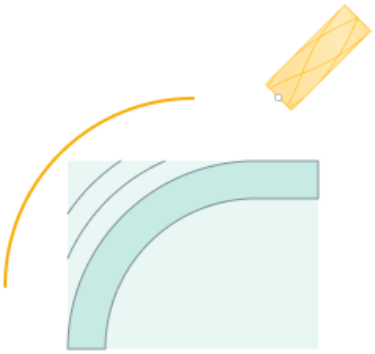
Этот параметр позволяет пользователю добиться того, чтобы траектория инструмента выглядела параллельной, равноудаленной или другой при выполнении операций обработки карманов. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).

Уровни обработки:

Определяет диапазон обработки по оси инструмента.

Нажмите здесь для раскрытия...

Автомат. верхний уровень. При установленном флаге, верхний уровень рассчитывается автоматически на основе учета заготовки.



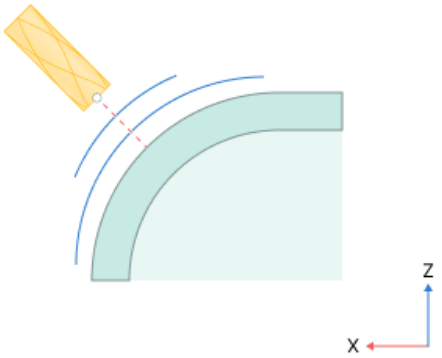
Некоторые параметры из этой группы работают аналогично **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).

Сторона обработки:

Задается допустимая сторона поверхности для обработки.

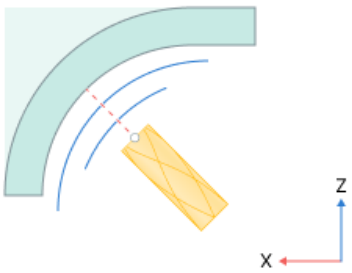
Нажмите здесь для раскрытия...

Передняя. Инструмент может выполнять обработку только со стороны положительного направления вектора нормали к поверхности.



Обратная. Инструмент может выполнять обработку только со стороны противоположной вектору нормали к поверхности.

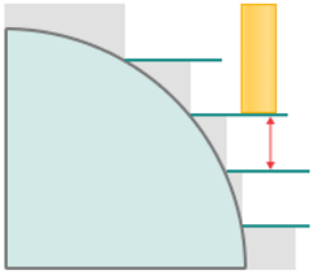
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Глубина резания:

Материал, снятый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним уровнями**.

Нажмите здесь для раскрытия...



Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично **Черновой послойной операции.** Узнать больше(see page 876).

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 604).

Параметры врезания в выборке. Включение погружений позволяет выполнять обработку закрытых карманов. Когда CAM-система (система автоматизированной подготовки управляющих программ) обнаруживает закрытый карман, который невозможно обработать снаружи, она формирует движение погружения. Узнать больше(see page 659).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов. Узнать больше(see page 652).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

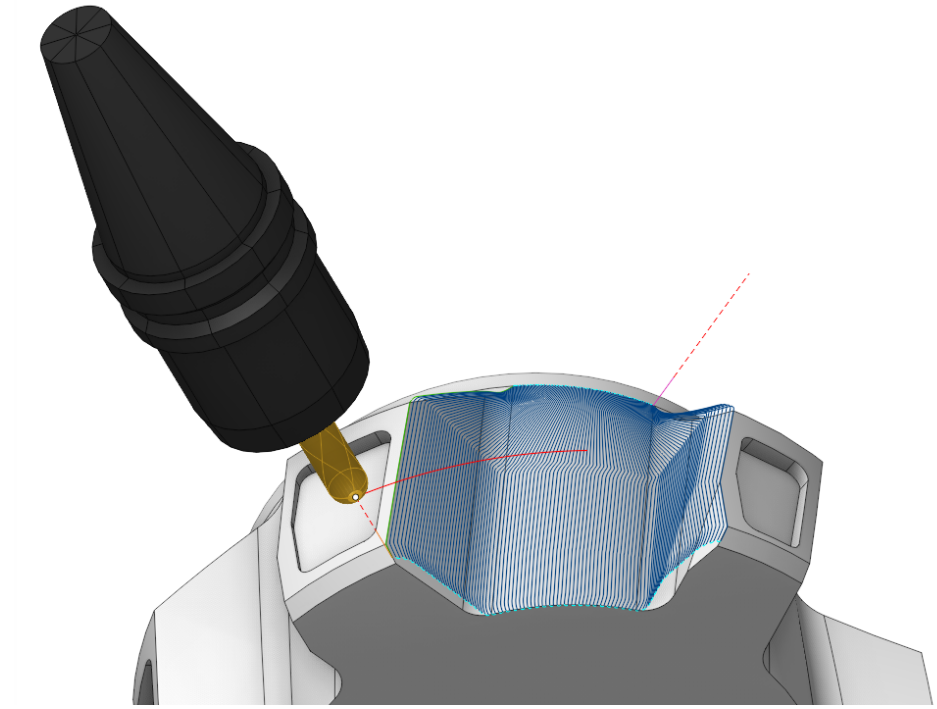
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.8.4.14 Морфинг



Область применения:

Проходы траектории инструмента получаются как линии, расположенные друг от друга на заданном расстоянии, и имеющие форму, образованную в результате плавного перехода от первой заданной кривой ко второй.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Используются для ограничения зоны обработки. Морфинг генерирует проходы только там, где имеет место контакт инструмента с обрабатываемыми поверхностями. При этом проходы строятся не между **Первой** и **Второй криво**й, а между двумя кривыми контакта инструмента с обрабатываемыми поверхностями, ближайшими к **Первой** и **Второй кривой**.

Первая кривая. Это начальная из двух линий, между которыми генерируются проходы инструмента.

Вторая кривая. Это конечная из двух линий, между которыми генерируются проходы инструмента.

Линии синхронизации используются для улучшения качества морфинга в сложных случаях, особенно при обработке замкнутых контуров. **Линия синхронизации** указывает соответствующие друг-другу точки на **Первой** и **Второй кривой.** В качестве **Линий синхронизации** можно использовать любые кривые, в том числе 2D геометрию и ребра детали. **Линии синхронизации** необязательно должны точно начинаться и заканчиваться на кривых, достаточно грубого приближения.

Кривая наклона. Это кривая, к которой направлен вектор оси инструмента при задании опции **5-ти осевое преобразование** и ориентации инструмента **Через кривую.**

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню **Свойства** двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

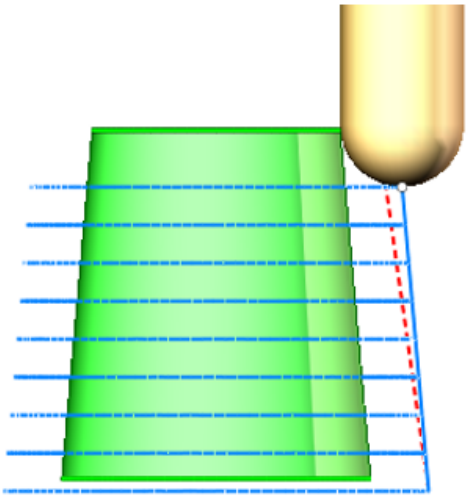
Стратегия:

Стратегия:

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

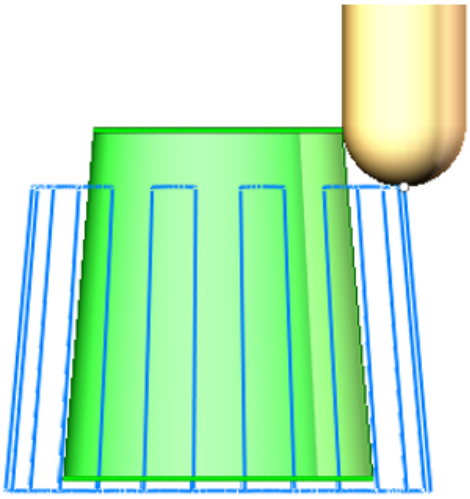
Направление проходов:

Вдоль. Проходы строятся параллельно **Первой** и **Второй кривой.** Эта стратегия работает на основе стратегии **Поперек**. Поэтому, если эта траектории выглядят не очень хорошо, вы всегда можете переключиться на стратегию **Поперек** и найти возможные проблемы.

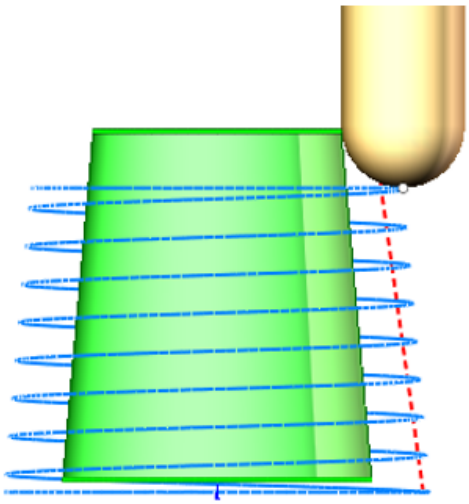


Поперек. Проходы строятся путем соединения соответствующих точек на **Первой** и **Второй кривых**.

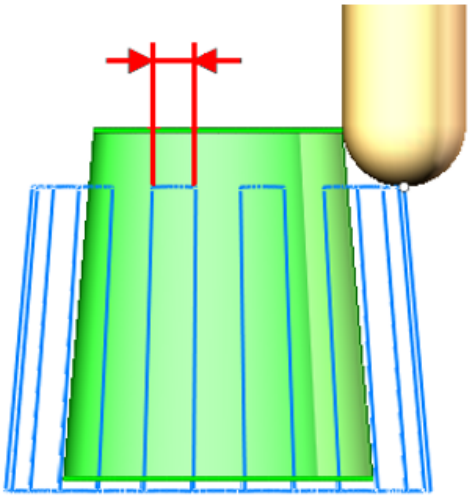
© 2025 ООО СПРУТ Технология



По спирали. Система генерирует траекторию инструмента в виде непрерывной спирали, линии которой параллельный **Первой** и **Второй кривой**. Эта стратегия работает на основе стратегии **Поперек**. Поэтому, если эта траектории выглядят не очень хорошо, вы всегда можете переключиться на стратегию **Поперек** и найти возможные проблемы.

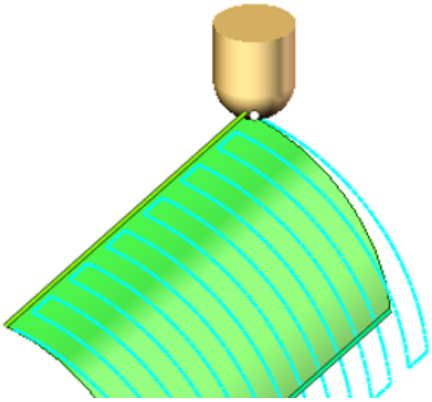


Шаг. Задается наибольшая возможная ширина фрезерования. Из-за особенностей построения траектории, текущее расстояние между проходами может изменяться от точки к точке, но никогда не превышает задаваемой здесь величины. Узнать больше.(see page 1072)



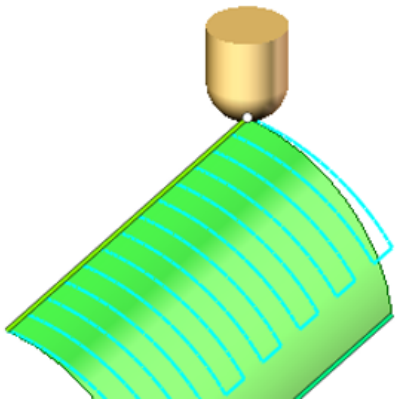
Ограничения инструмента. Определяет способы построения кривых траектории в зависимости от контакта инструмента и **Обрабатываемой поверхности:**

Контакт. Система генерирует проходы только там, где имеет место контакт инструмента с **Обрабатываемой поверхностью**, между двумя кривыми контакта инструмента с **Обрабатываемой поверхностью**, ближайшими к **Первой** и **Второй кривой**. Используйте эту опцию если направляющие кривые - это ребра на границе **Обрабатываемой поверхности**.

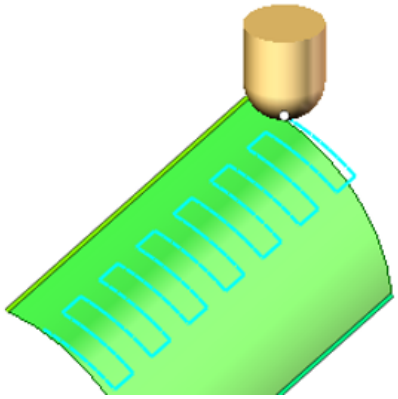


Центр. Траектория строится между линиями движения центра инструмента по **Первой** и **Второй кривой** в пределах **Обрабатываемой поверхности,** так, чтобы не допустить ее зареза при данной ориентации инструмента.

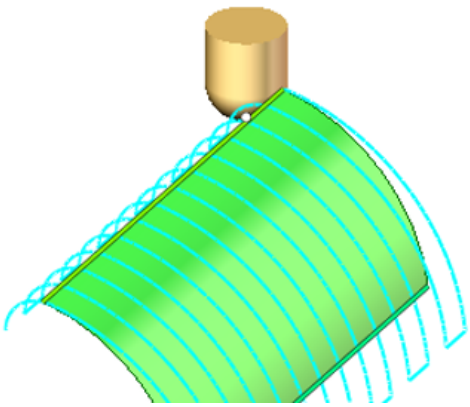
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Внутри. Границы обрабатываемой области смещаются внутрь относительно **Первой** и **Второй кривых** на радиус инструмента.



Снаружи. Границы обрабатываемой области смещаются наружу относительно **Первой** и **Второй кривых** на радиус инструмента.



Тип фрезерования:

Позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Узнать больше(see page 1072).

Параметры, определяющие **Тип фрезерования**, такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка:

Организует прохождение траектории инструментом при обработке поверхности.

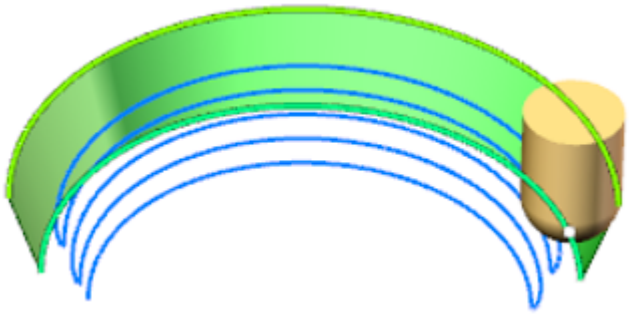
Начальная точка. Установка флага позволяет пользователю ввести координаты начальной точки, вблизи которой будут начинаться рабочие проходы

Обработка изнутри

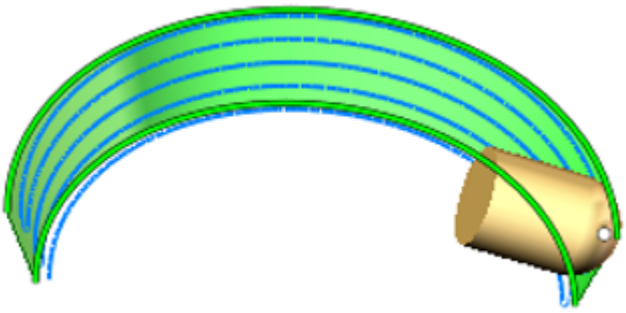
Параметр позволяет обрабатывать внутренние поверхности детали (проецировать траекторию на внутренние поверхности детали). Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям**. В разделе **Рабочая зона**. Узнать больше(see page 1032)

Ориентация оси инструмента:

Фиксированный. Ориентация инструмента сохраняется постоянной на всей траектории и определяется начальным положением поворотных осей станка, которое задается на вкладке **Наладка**.

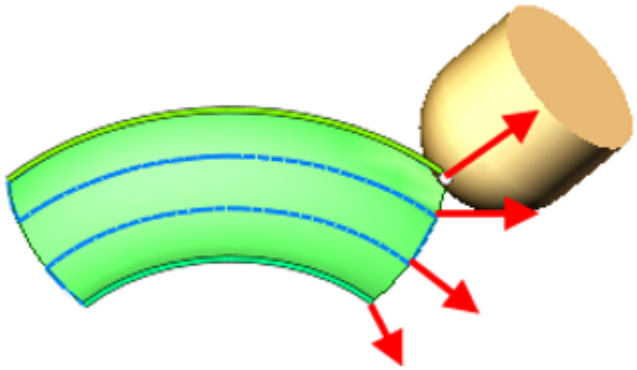


Нормально к направл. кривым 5D. Инструмент позиционируется в каждой точке по нормали к поверхности, которая образована путем соединения соответствующих точек **Первой** и **Второй** направляющих кривых. Кроме того, функция **Углы отклонения** может быть использована для отклонения инструмента от нормали к поверхности.

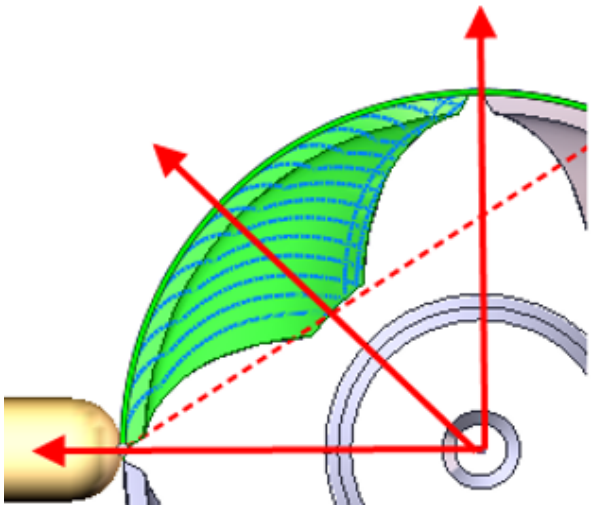


Нормально к пов-ти 5D. Инструмент позиционируется по нормали к обрабатываемым поверхностям. Работа функции зависит от вида и точности элементов 3D модели детали. (Используйте осторожно!)

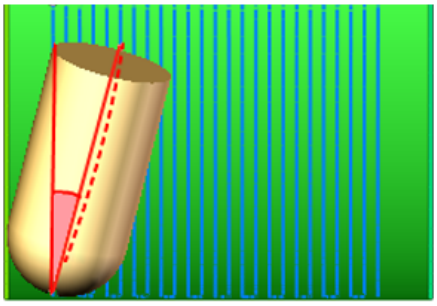
© 2025 ООО СПРУТ Технология



К поворотной оси. Инструмент направлен перпендикулярно заданной **Поворотной оси**. **Боковой угол** между осью инструмента и **Поворотной осью** может быть рассчитан автоматически или задан пользователем.

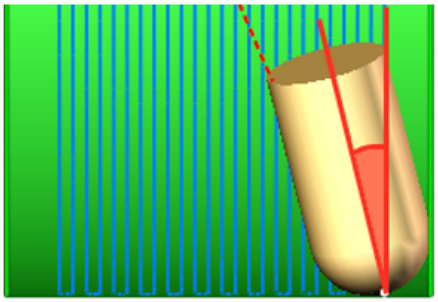


Угол отклонения 1. Это угол, на который инструмент отклоняется от нормали в сторону **Второй кривой** (на участках близких к **Первой кривой**).



Угол отклонения 2. Это угол, на который инструмент отклоняется от нормали сторону **Первой кривой** (на участках близких ко **Второй кривой**).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



С противоположной стороны. Используйте этот параметр, если SprutCAM ошибочно пытается обработать поверхности со стороны, противоположной к желаемой или же траектория не строится вообще.

Поворотная ось. Установка флага фиксирует один из компонентов вектора ориентации инструмента, поддерживая постоянный **Боковой угол** между осью инструмента и перпендикуляром к задаваемой оси (или самой **Поворотной осью**, если **Ориентация инструмента** задана параметром **Перпендикулярно к траектории**). Параметры, определяющие **Поворотную ось**, такие же как и в операции **5-ти осевая по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Боковой угол. Устанавливает значение угла наклона оси инструмента по отношению к оси, установленной в качестве **Поворотной оси**. Параметры, определяющие **Боковой угол**, такие же как и в операции **5-ти осевая по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

5-ти осевое преобразование:

Вы можете управлять положением инструмента при применении операции на пятикоординатном станке. Узнать больше.(see page 1081)

Параметры **Ориентации инструмента** определяются так же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Пределы углов поворота:

При установленном флаге и включенной опции **5-ти осевое преобразование** задает предельные значения углов расположения инструмента относительно осей. Параметры, устанавливающие **Пределы углов поворота** такие же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке. Параметры Обрезки такие же, как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода. Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

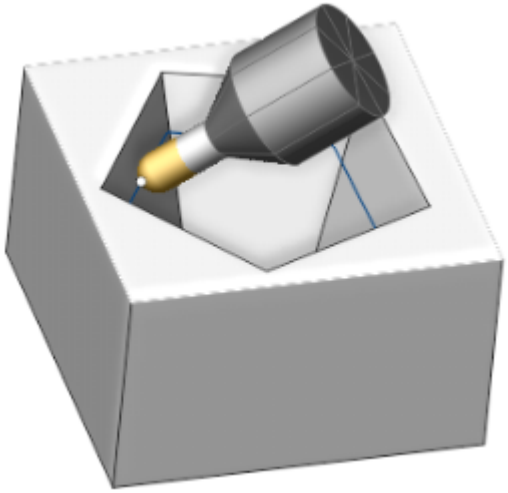
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

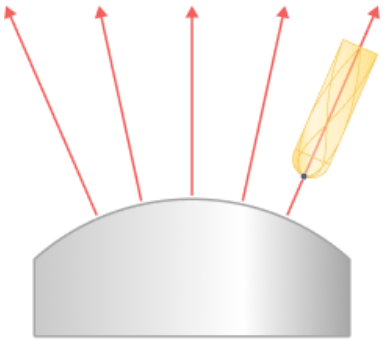
5.8.4.15 Преобразование траектории инструмента в 5 осей



Данная опция преобразует траекторию инструмента из 3-осевой в 5-осевую в операциях: 3D смещение(see page 916), Морфинг(see page 1072), Геодезическая. Это позволяет избежать столкновений и использовать инструмент минимальной длины. Может использоваться со сферическим инструментом.

Реализованы следующие типы отклонения оси инструмента:

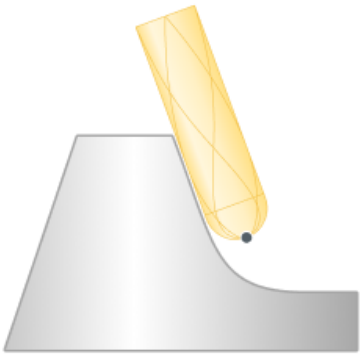
По нормали к поверхности



© 2025 ООО СПРУТ Технология

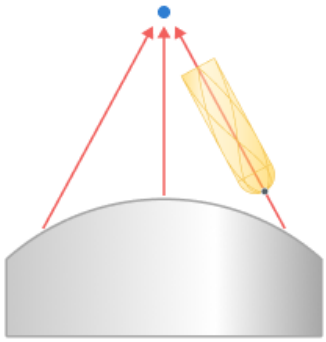
Инструмент ориентирован по нормали к поверхности обработки. Кроме того, могут быть применены углы **Опережения** и **Наклона** для дальнейшего наклона инструмента вдоль или поперек от направления резания.

Боковой поверхностью



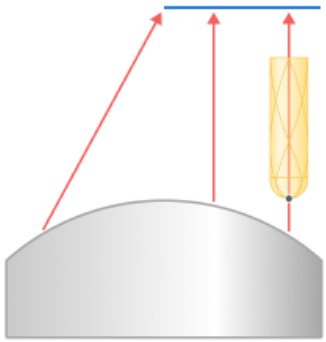
Поверхности обрабатываются боковой частью инструмента (цилиндрическая часть для цилиндрической фрезы). Также могут быть применены углы **Опережения** и **Наклона**.

К точке



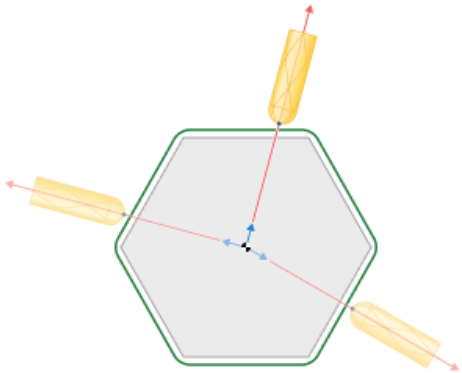
Ось инструмента направлена на указанную точку.

К кривой



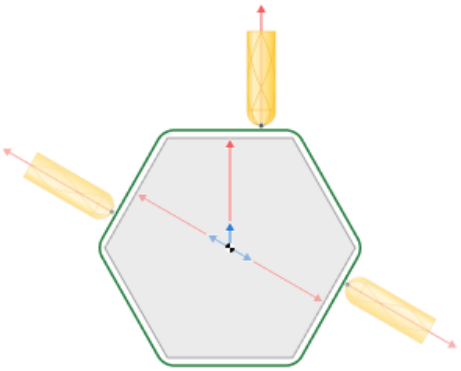
Ось инструмента направлена на ближайшую точку **Кривой наклона**. Кроме того может быть применен угол **Опережения** для дальнейшего наклона инструмента от кривой.

К оси вращения



Ось инструмента направлена к оси вращения так же, как в Ротационной обработке. С помощью **Бокового угла** можно наклонить инструмент вдоль оси вращения. Так же можно применить угол **Наклона** для наклона инструмента поперек оси вращения.

Перпендикулярно к траектории



© 2025 ООО СПРУТ Технология

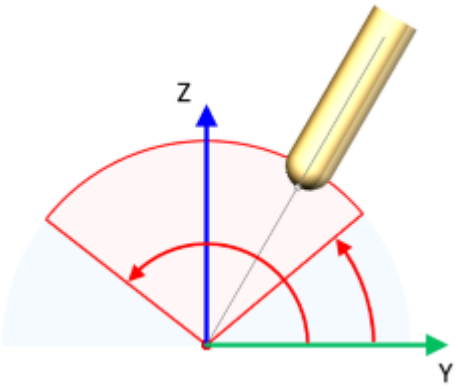
Ось инструмента ориентирована перпендикулярно к касательной траектории и одновременно перпендикулярно к оси вращения. С помощью **Бокового угла** можно наклонить инструмент вдоль оси вращения, а с помощью **Расстояния сглаживания** сгладить наклонение оси инструмента.

4-осевая обработка с осью вращения

Функция **Поворотная ось** позволяет превратить 5-осевую траекторию в 4-осевую посредством блокировки одного из компонентов (X, Y, Z) или направления оси инструмента.

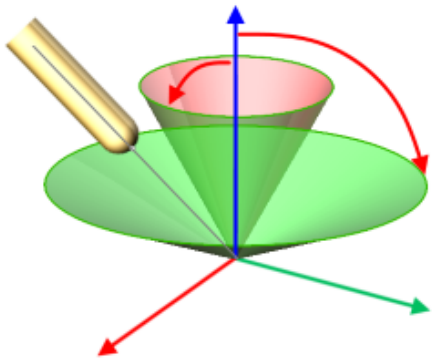
Пределы углов поворота

Пределы вокруг осей



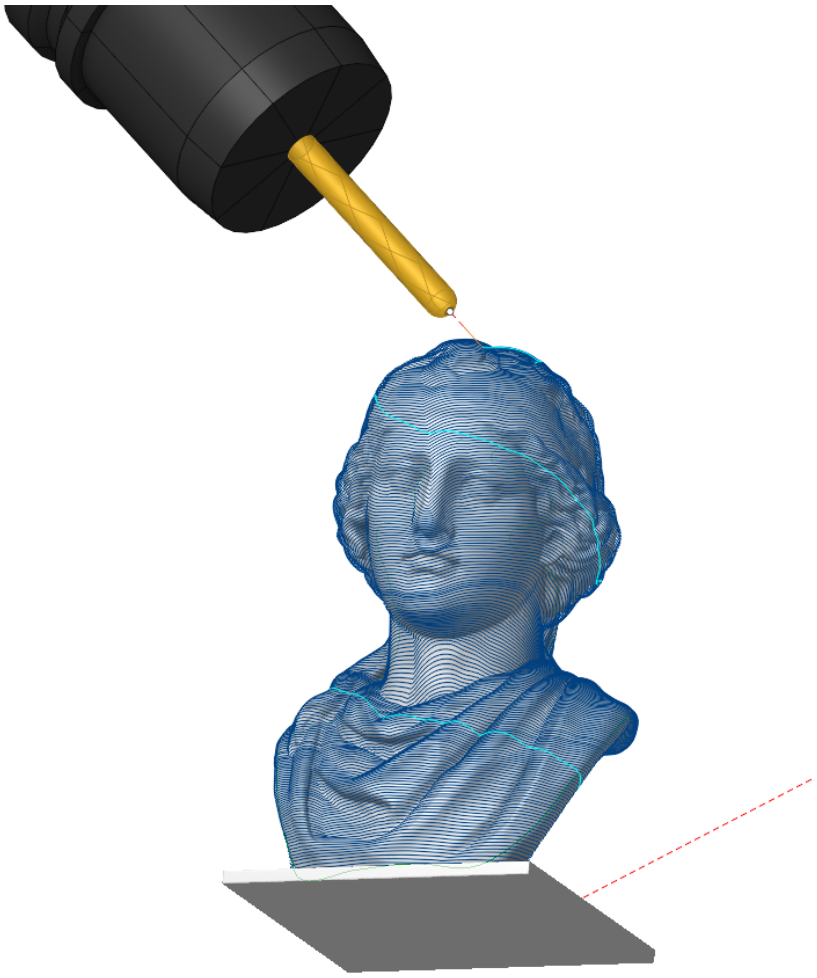
С помощью этой опции вы можете ограничить инструмент на плоскости XY, плоскости XZ или YZ между двумя углами.

Конусные ограничения



С помощью этой опции вы можете ограничить инструмент по углу вдоль одной оси между двумя конусами.

5.8.4.16 5D по сеткам



Область применения:

Данная операция является чистовой пятиосевой операцией с широким набором стратегий обработки, режимов ориентации инструмента и возможностью избегания столкновений инструмента и державки. Она удобна в использовании и наиболее эффективная для чистовой обработки сложных поверхностей, в том числе скульптурных форм и STL моделей. Данная операция позволит обрабатывать сеточные модели (Mesh) подобно стратегиям 3D Смещение(see page 916), 3D Спиральная(see page 923), Параллельно плоскости (из 3D-5D по поверхностям(see page 1032)). Она позволяет получить траектории для обработки деталей на пятикоординатных станках и роботах. Операция поддерживает модели с полигональными поверхностями и с треугольными сетками. Можно использовать сферические, шаровые, конические фрезы со сферическим концом.

Для быстрого создания обработки просто создайте операцию и нажмите Пуск. По умолчанию будет сгенерирована траектория согласно стратегии **Гребешок** по всей детали, начиная с нижнего уровня. Инструмент на протяжении всей траектории будет ориентирован вертикально, за исключением мест, где

© 2025 ООО СПРУТ Технология

происходит столкновение с деталью - в этом случае он будет отклоняться в сторону.

Типичный пример использования

1. Задайте используемую **Стратегию**. По умолчанию используется стратегия **Гребешок**, так как это позволяет обработать всю деталь с постоянным шагом.
2. Выберите режим **Ориентации инструмента**. По умолчанию используется фиксированный режим, поскольку вместе с автоматическим предотвращением столкновений этот режим не требует дополнительной настройки и обеспечивает плавную и предсказуемую траекторию.
3. Определите способ **Обхода столкновений**. По умолчанию это **Отклонение в бок**, которое хорошо работает со стратегиями **Гребешок**, **Спиральной** и **Параллельно горизонтальной плоскости**.
4. При необходимости, задайте рабочую зону.
5. Сгенерируйте траекторию.

Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Кривая наклона. Кривая, к которой направлен вектор оси инструмента при задании ориентации инструмента **Через кривую .**

Рабочая зона. Определяет области детали, ограниченные 2D геометрией, внутри которых должны быть сформированы рабочие проходы. Узнать больше.(see page 523)

Начальные кривые. Используя замкнутую кривую, например, в виде сплайна можно выделить участок модели для обработки. Можно указать сторону обработки и установить векторы, определяющие ориентацию оси инструмента.

Зона ограничений. Помимо **Рабочей зоны** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

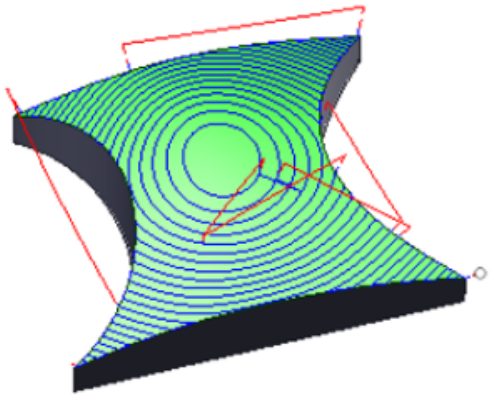
Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

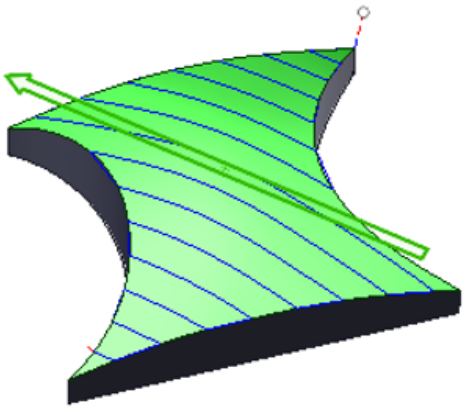
Стратегии обработки.

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

Послойная. Проходы траектории инструмента генерируются как линии сечения обрабатываемых поверхностей горизонтальными плоскостями (плоскости перпендикулярны к оси инструмента), как в траектории **Чистовой послойной операции**. Узнать больше.(see page 899)

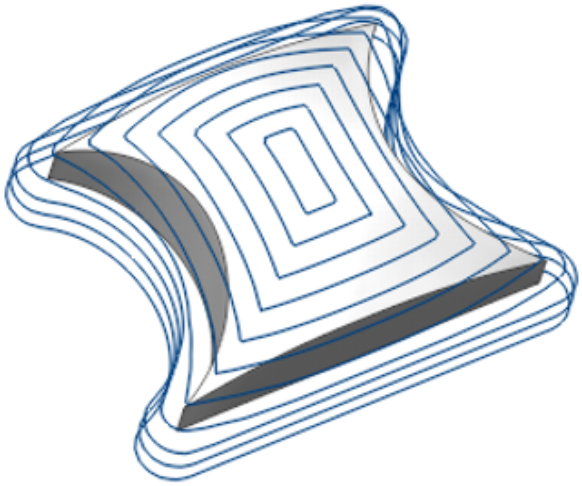


Параллельно вертикальной плоскости. Проходы траектории инструмента генерируются как линии сечения обрабатываемых поверхностей вертикальными плоскостями (плоскости параллельны оси инструмента), как в **Чистовой построчной операции.** Можно изменить угол поворота плоскости вокруг оси инструмента. Узнать больше.(see page 904)

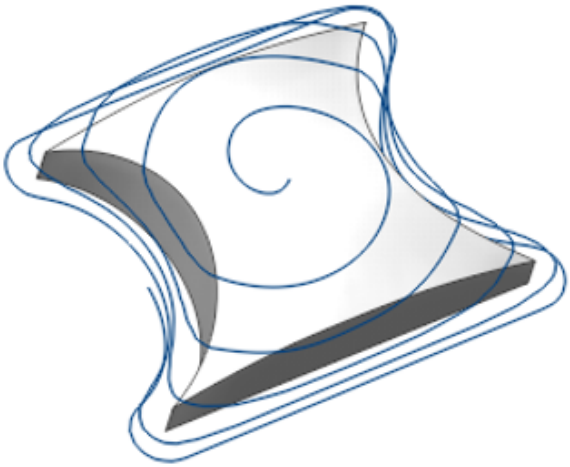


Гребешок. Траектория начинается с кривых, лежащих на детали, и строится путем последовательно смещения этих кривых вовнутрь на расстояние шага обработки до тех пор, пока кривые не схлопнутся. Таким образом, траектория напоминает эквидистантную выборку за исключением того, что смещение строится не на плоскости, а на поверхности детали. В результате, операция позволяет получать постоянную высоту гребешка в независимости от наклона поверхностей обработки.
Стратегия хорошо подходит для обработки скульптур с минимальным количеством холостых перемещений. Траектория генерируется как в операции **3D Смещения**. Узнать больше.(see page 916)

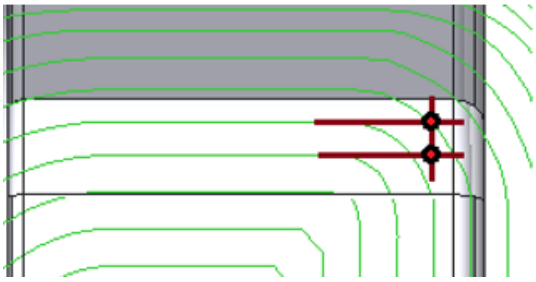
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Спираль. Система создает непрерывную спиральную траекторию, которая проходит с заданным вертикальным шагом между верхним и нижним уровнем как в **Спиральной операции**. Узнать больше.(see page 923)

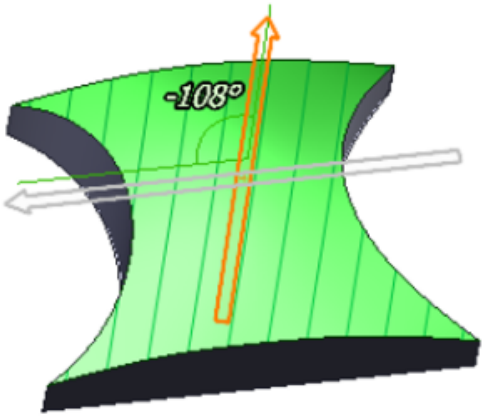


Шаг. Максимально допустимая ширина реза.



Угол XY. Угол поворота секущих плоскостей вокруг оси инструмента.

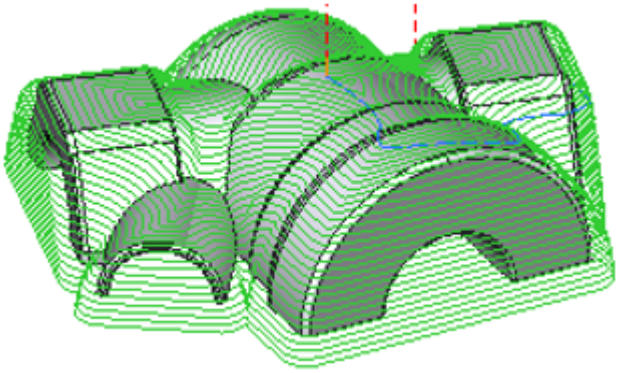
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Начинать с:

Эта группа параметров появляется при задании стратегии **Гребешок** и определяет построение начальных кривых траектории.

Дна. Траектория начинается на **Нижнем уровне** обработки в пределах **Рабочего задания.**



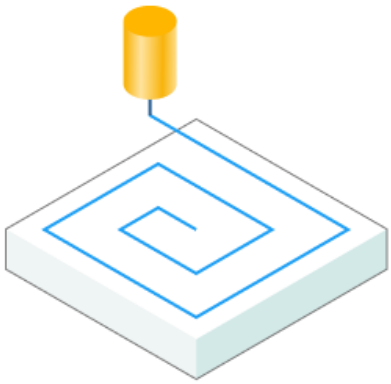
Рабочей зоны. Траектория начинается с кривых, образующих **Рабочую зону.**

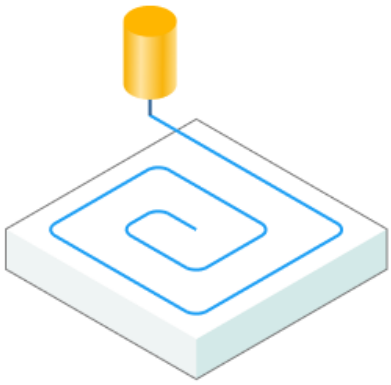
Остальные параметры этой группы такие же, как и в операции **3D Смещения**. Узнать больше.(see page 916)

Радиус сглаживания.

Эта группа параметров появляется при задании стратегии **Спираль** и позволяет сглаживать внутренние углы траектории заданным радиусом.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Рабочая зона:

Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **Рабочее задание.**

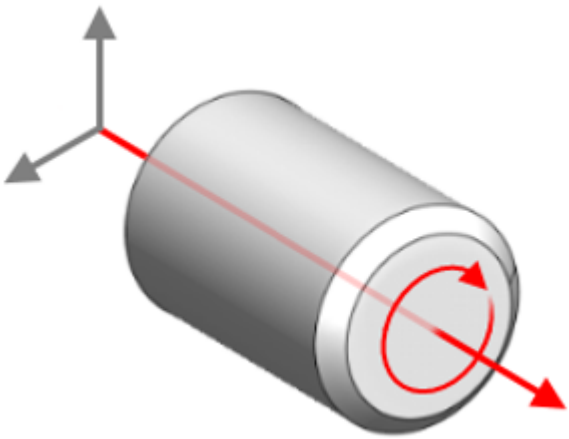
Ограничения рабочей зоны:

С ребрами. При включении этого параметра, обрабатываются не только сами поверхности, входящие в **Рабочее задание,** но и ограничивающие их ребра.

Только поверхности. При включении этого параметра, обрабатываются только поверхности, входящие в **Рабочее задание,** не затрагивая ограничивающие их ребра.

Поворотная ось. Определяется начало отсчета и вектор, вдоль которого отсчитываются значения параметров, входящих в эту группу. **Поворотная ось** определяется **Началом** и **Направлением**. Можно определить их через значения в текстовых полях Инспектора свойств или передвинуть мышкой в графическом окне.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



СК заготовки X (Глобальная СК X). Ось X этой системы координат является **Поворотной осью**.

СК заготовкиY (Глобальная СК Y). Ось Y этой системы координат является **Поворотной осью**.

СК заготовки Z (Глобальная СК Z). Ось Z этой системы координат является **Поворотной осью**.

СК заготовки(0,0,1) (Глобальная СК (0,0,1)). Направление **Поворотной оси** определяется направляющими косинусами относительно каждой координатной оси.

Направление. Задаются направляющие косинусы относительно каждой координатной оси.

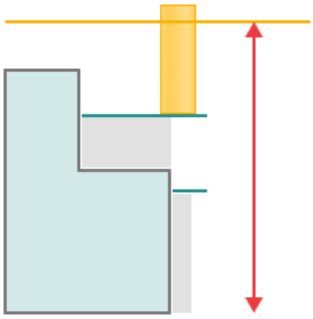
Начало. Задаются координаты начала отсчета значений параметров данной группы.

Базовая СК. Задается система координат для настройки начала и направления **Поворотной оси.**

Ось инструмента. Ось инструмента является вектором **Поворотной оси.**

Верхний уровень. Наивысшая точка от **Начала**, где имеются рабочие проходы инструмента. Значение по умолчанию основано на верхнем уровне заготовки.

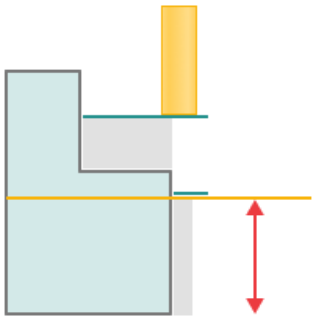
© 2025 ООО СПРУТ Технология



мм. Задаётся значение от **Начала** до **Верхнего уровня** в мм. Можно передвинуть плоскость **Верхнего уровня** или центральную окружность этой плоскости с помощью мыши и использовать "Умные привязки" для привязки плоскости к конструктивным элементам детали. Можно изменить значение размера в графическом окне.

Авто. **Верхний уровень** определяется как высшая точка областей, определенных в **Рабочем задании**.

Нижний уровень. Самая нижняя точка от **Начала**, где имеются рабочие проходы инструмента.

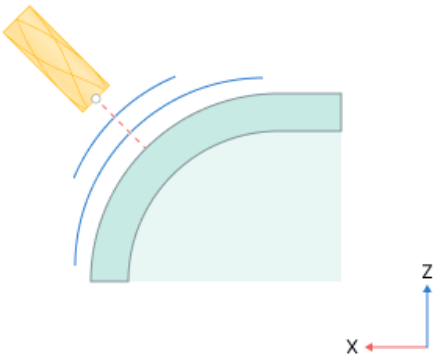


мм. Задаётся значение от **Начала** до **Нижнего уровня** в мм. Можно передвинуть плоскость **Нижнего уровня** или центральную окружность этой плоскости с помощью мыши и использовать "Умные привязки" для привязки плоскости к конструктивным элементам детали. Можно изменить значение размера в графическом окне.

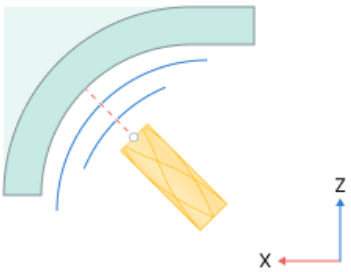
Авто. **Нижний уровень** определяется как самая низкая точка областей, определенных в **Рабочем задании**.

Сторона обработки. Задается допустимая сторона поверхности для обработки. Узнать больше.(see page 240)

Текущая. Инструмент может выполнять обработку только со стороны положительного направления вектора нормали к поверхности.



Обратная. Инструмент может выполнять обработку только со стороны противоположной ;вектору нормали к поверхности.



Обе. Инструмент может выполнять обработку по обеим сторонам поверхности.

По умолчанию. Применяется способ обработки, принятый в системе по умолчанию.

Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории . Узнать больше.(see page 1085).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Параметры **Типа фрезерования** такие же, как и в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Сортировка:

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Направление обработки. Управляет направлением движения инструмента по кривым траектории. Параметры этой функции такие же, как и в операции **3D смещения**. Узнать больше.(see page 916).

Начинать с. Определяет начальный уровень движения инструмента. Параметры этой функции такие же, как и в **Спиральной операции.** Узнать больше.(see page 923)

Изменить направление. Позволяет изменить порядок выполнения проходов - снизу вверх или сверху вниз.

Ориентация инструмента:

Управляет направлением оси инструмента. Основные параметры этой функции такие же как и в операции **5-ти осевая по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Угол обхода сингулярности. С этой опцией инструмент отклоняется от фиксированной оси на указанный угол постоянно, даже когда нет столкновений. В результате удается избежать "сингулярности" вращающегося стола.

Избегать столкновений:

Используя функцию **Контроль столкновений оправки** эта опция проверяет участки траектории, где имеет место столкновение инструментальной оправки с деталью и изменяет эти участки в соответствии с выбранной стратегией. Узнать больше(see page 561)

Пределы углов поворота.

При установленном флаге задаются предельные значения углов расположения инструмента относительно осей. Параметры, устанавливающие **Пределы углов поворота** такие же, как в операции **5-ти осевая по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Параметры **Обрезки** такие же, как в **Черновой послойной операции.** Узнать больше.(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

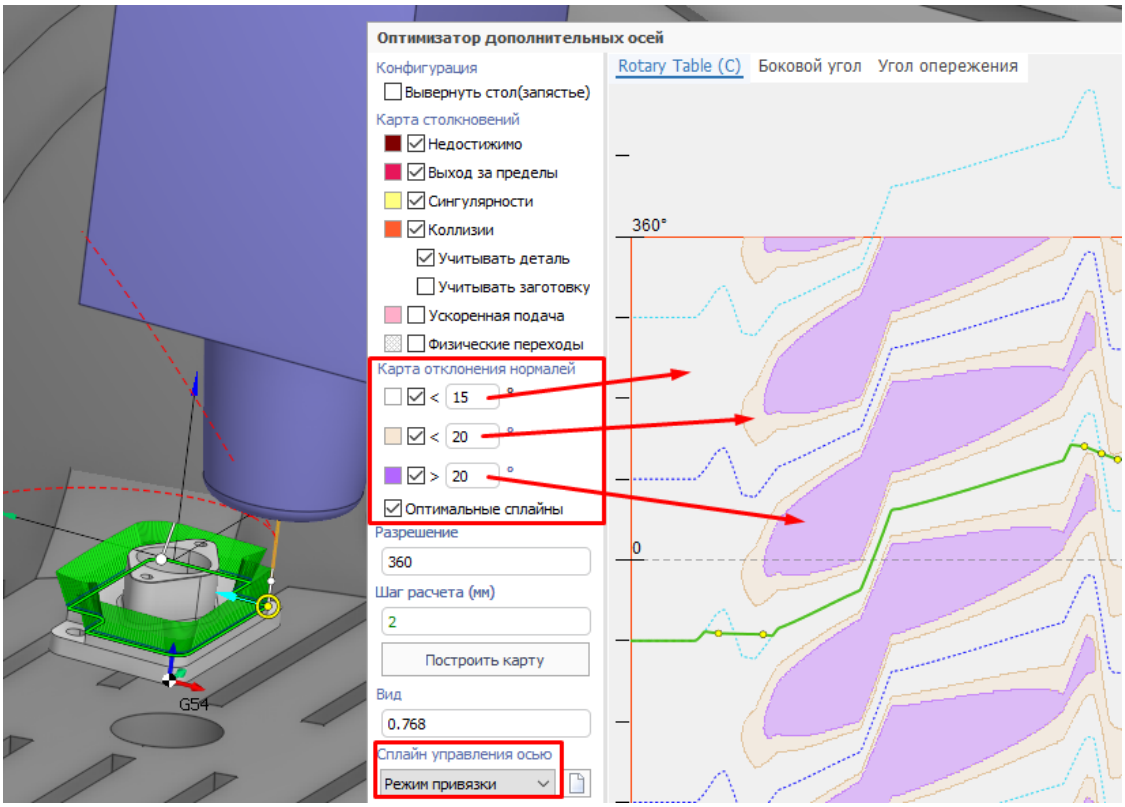
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

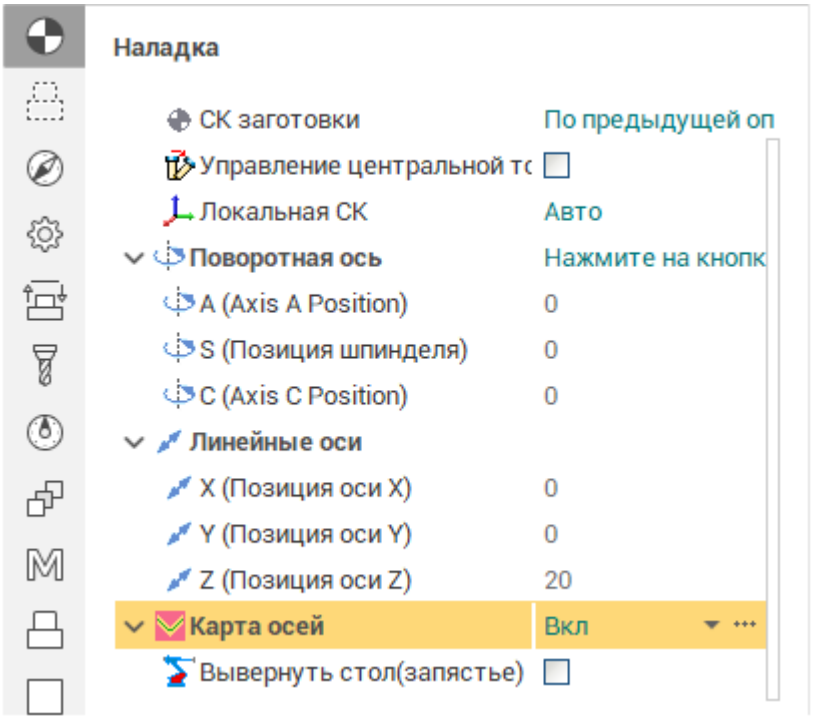
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.4.17 Карта осей для 5-осевых станков



Функционал Карты осей может быть использован для оптимизации траектории 5-осевых станков, по аналогии с картой осей робота(see page 1423). Эта возможность по умолчанию отключена, для включения используйте комбобокс "**Карта осей**" на вкладке инспектора <**Наладка**>. Для открытия специального окна для оптимизации траектории, нажмите на кнопку с многоточием справа от выпадающего списка. На данный момент доступны 2 типа карт для 5-осевой обработки: карта оси С и карты для бокового угла/угла опережения.



Карта оси C

Поворотная ось станка, которая отвечает за вращение вокруг оси Z инструмента, часто обозначается буквой «**C**» (а дополнительная к ней - **A** или **B**). 5-осевая траектория определяет ориентацию инструмента на протяжении себя, и по умолчанию выбираются оптимальные значения поворотных осей для достижения заданной ориентации инструмента в каждой точке траектории. Однако в некоторых случаях это может привести к нежелательным траекториям со столкновениями с препятствиями или неконтролируемым резким скачкам осей вращения в зоне сингулярностей. Карту осей можно использовать для непосредственного указания значения одной из поворотных осей вдоль траектории инструмента. Значения вторичной оси выбираются автоматически, чтобы минимизировать отклонение от нормали инструмента, определенной пользователем. Общие части пользовательского интерфейса описаны на странице документации карты осей робота, ниже представлена информация о специальных функциях редактирования оси C.

Карта отклонений от нормали

Когда активна вкладка с картой оси C, главная часть окна показывает двухмерную цветную карту минимально возможных отклонений нормали инструмента от оптимальной (указанной в рабочем задании) для всех возможных значений оси C (ось ординат) и в каждой точке траектории (ось абсцисс). Области одинакового цвета имеют минимальное отклонение в пределах указанного диапазона. Границы диапазонов могут быть указаны с помощью панели "**Карта отклонений от нормали**" в левой части окна. Карта также может содержать в себе зоны коллизий с препятствиями.

Оптимальные сплайны

Пунктирные (недоступные для редактирования) сплайны на этой карте соответствуют случаю, когда значение оси C оптимально в каждой точке траектории. Эти оптимальные значения не уникальны, они отличаются сдвигом на 360 градусов или соответствуют разным значениям параметра «**Вывернуть стол**». Видимость оптимальных сплайнов можно включить/выключить с помощью флажка под панелью с диапазонами отклонений.

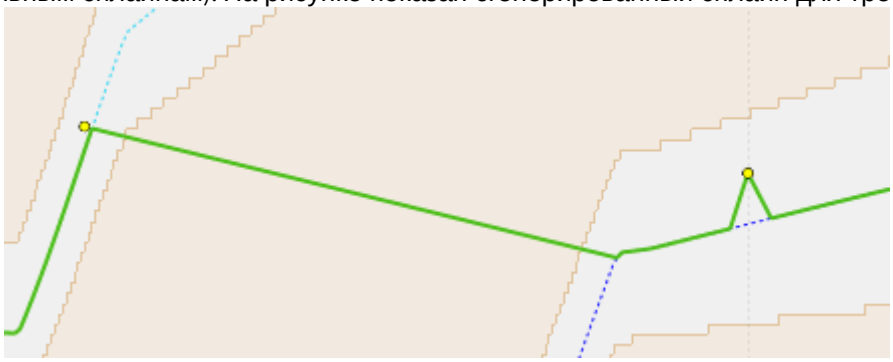
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Режимы редактирования сплайна

Доступны 3 режима для редактирования сплайна оси C. Первые 2 режима совпадают с режимами редактирования сплайна в карте осей робота. В каждом режиме траектория определяется набором контрольных точек, указанных пользователем. Используйте двойной клик для создания новой точки и перетаскивание для корректировки ее положения.

1. **Режим сплайна** - траектория оси определяется гладким сплайном, проходящим через заданные контрольные точки.
2. **Режим ломаной** - контрольные точки соединяются отрезками.
3. **Режим привязки** - траектория оси между контрольными точками определятся специальным алгоритмом. Этот режим может использоваться для получения траектории, наиболее близкой к оптимальной. Рассмотрим 2 соседние контрольные точки.

- Если они расположены ближе друг к другу, чем к любому из оптимальных сплайнов, они соединяются отрезком.
- Если они находятся близко к одному и тому же оптимальному сплайну, то сначала они плавно соединяются с этим сплайном, а между точками соединения траектория совпадает с оптимальной. Если какая-то точка очень близка к какому-либо оптимальному сплайну, она не соединяется с ним, а «определяет», какой оптимальный сплайн использовать в ее окрестности.
- Если точки близки к разным оптимальным сплайнам, алгоритм выполняет поиск ближайших точек между двумя сплайнами и соединяет их с прямой линией. Затем первая контрольная точка соединяется с левой ближайшей точкой, а вторая - с правой ближайшей (соединяемые точки соответствуют одним и тем же оптимальным сплайнам). На рисунке показан сгенерированный сплайн для третьего случая.



Карта бокового угла / угла опережения

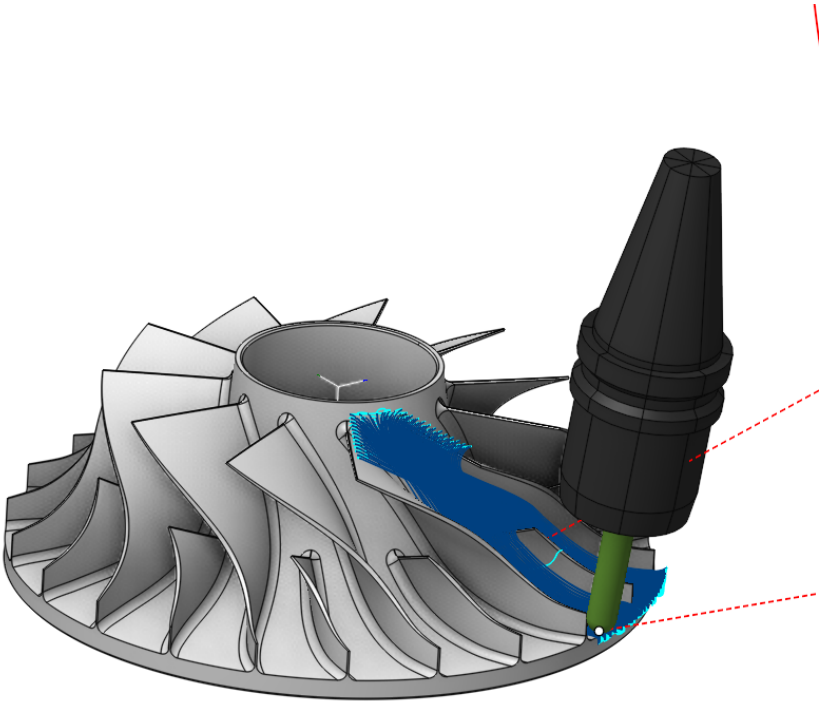
Боковой угол и угол опережения - это важные параметры 5-осевой траектории, которые в каждой точке определяют отклонение инструмента соответственно вдоль траектории и в перпендикулярной плоскости. Для непосредственного задания этих параметров траектории выберите нужную вкладку на верхней панели. Пользовательский интерфейс для их редактирования совпадает с интерфейсом карты осей робота(see page 1423).

Сопутствующие ссылки:

5-ти осевая обработка(see page 1004)

Обход недостижимых позиций и сингулярностей(see page 1423)

5.8.4.18 Обработка импеллеров



Область применения:

Операция оптимизирована для пятикоординатной обработки таких деталей как моноколеса и крыльчатки. Она содержит набор стратегий для генерирования наиболее подходящих траекторий для черновой обработки моноколес, чистовой обработки лопаток, ступицы, доработки скруглений. Имеются дополнительные функции по избеганию столкновений инструмента, оправки и заготовки.

Рабочее задание:

Поверхности лопастей. Используются для задания поверхностей для обработки стенок лопасти. Для задания черновой обработки выберите поверхности двух соседних лопастей. При чистовой обработке будут обрабатываться выбранные поверхности лопастей. В качестве геометрии нужно выбирать рабочие поверхности лопасти, верхние и нижние поверхности, скругления.

Поверхности ступицы. Используются для определения оси вращения, поверхностей для чистовой обработки ступицы, в качестве базовой поверхности для формирования траектории в некоторых стратегиях, а также для формирования пространства между ступицей и кожухом, в пределах которого формируется траектория. Ступица должна быть поверхностью вращения. При чистовой обработке достаточно выбрать одну из поверхностей ступицы, но так, чтобы она имела протяженность между ведущей и задней кромкой лопасти.

Поверхности кожуха. Используются для формирования пространства между ступицей и кожухом, в пределах которого формируется траектория, а также как

© 2025 ООО СПРУТ Технология

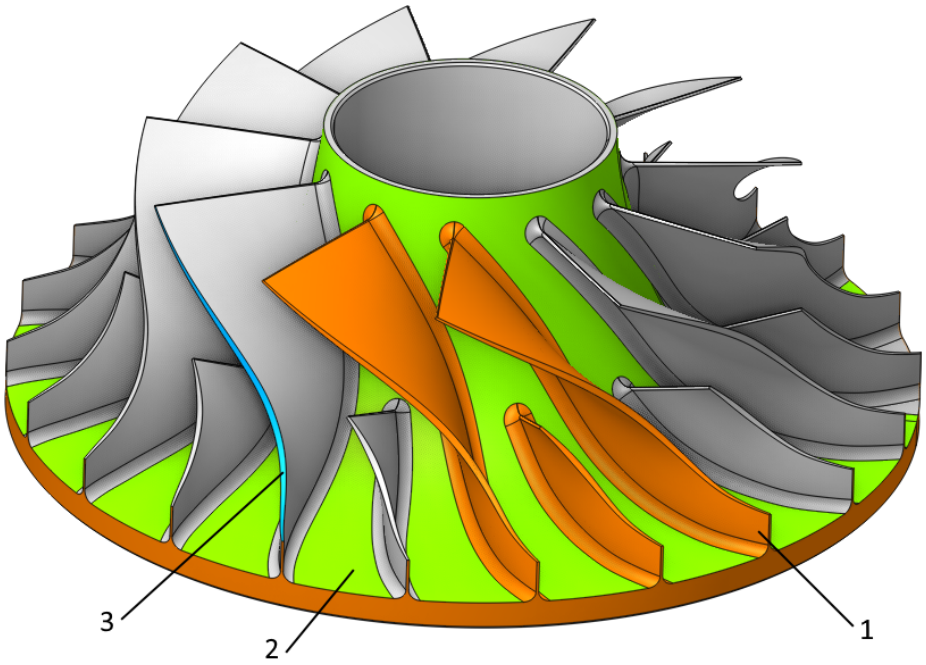
исходная кривая для некоторых стратегий. Необходимо выбирать поверхности, ограничивающие боковой контур крыльчатки.

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню **Свойства** двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Нажмите здесь для раскрытия...



1-Поверхности лопастей, 2-Поверхности ступицы, 3-Поверхности кожуха.

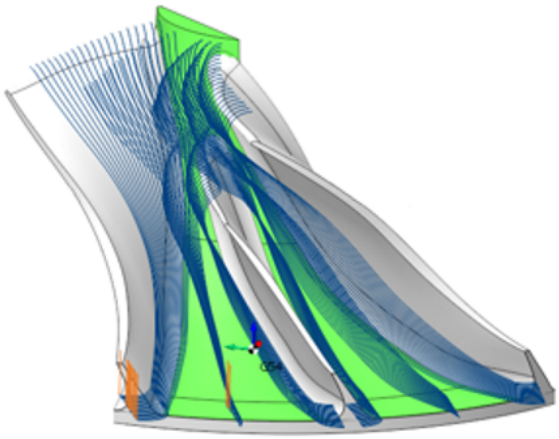
Стратегия:

Вид обработки:

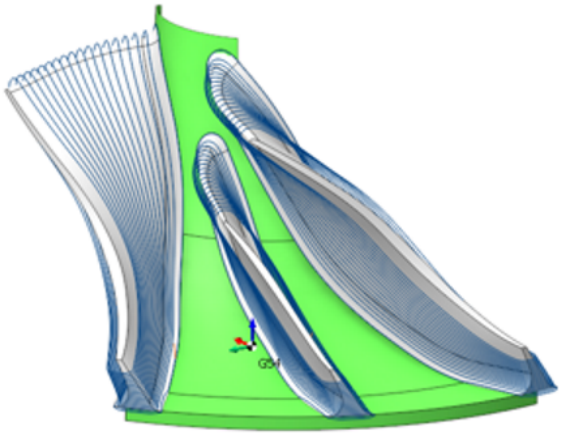
Определяет вид обработки и обрабатываемую поверхность.

Нажмите здесь для раскрытия...

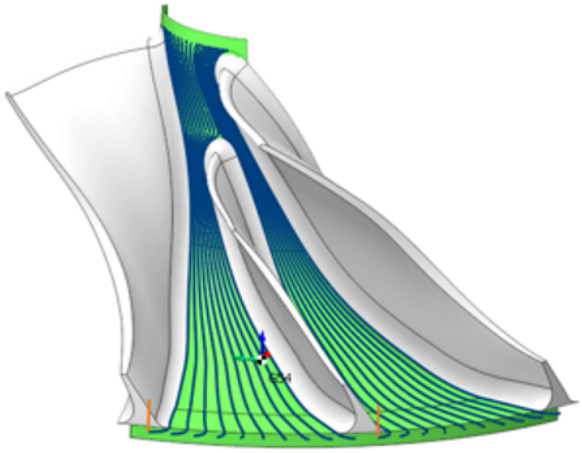
Черновая. Выполняет черновую обработку заготовки крыльчатки. Обработка производится в пространстве между обозначенными **Поверхностями ступицы**, **Поверхностями кожуха** и выбранными двумя соседними **Поверхностями лопастей**.



Чистовая лопастей. Выполняется чистовая обработка выбранных **Поверхностей лопастей.** Должны быть заданы **Поверхности ступицы, Поверхности кожуха.** Если выбраны **Поверхности лопастей**, обработка будет производиться только выбранных поверхностей лопасти. Если они не выбраны, то будет выполняться обработка всех лопастей крыльчатки.

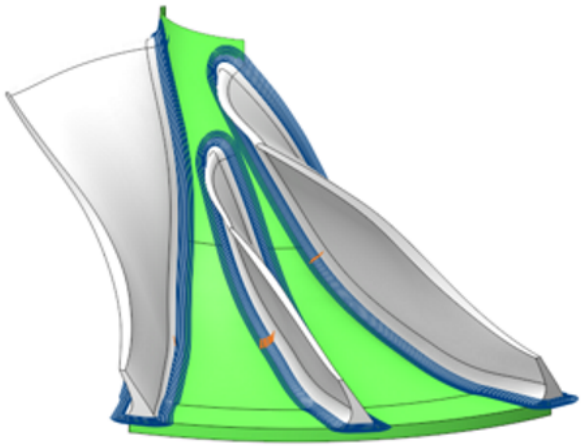


Чистовая ступицы. Выполняется чистовая обработка поверхностей ступицы в регионе между выбранными **Поверхностями лопасти.**

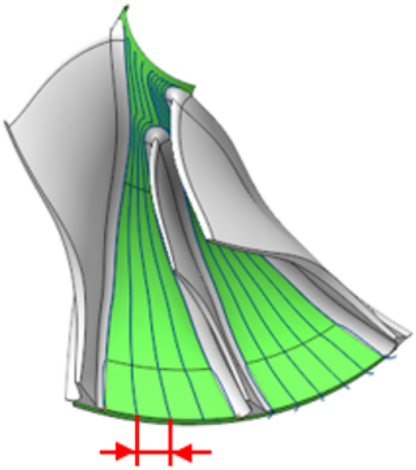


© 2025 ООО СПРУТ Технология

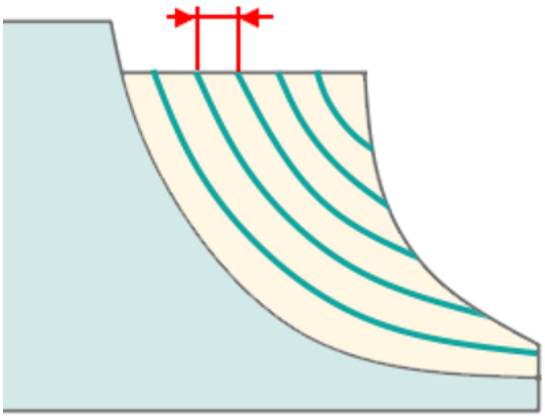
Чистовая скруглений. Выполняется чистовая обработка переходных поверхностей между лопастью и ступицей. Должны быть заданы **Поверхности ступицы, Поверхности кожуха**. Если выбраны **Поверхности лопасти**, то обработка будет производиться только в районе выбранных поверхностей лопасти. Если они не выбраны, то будет выполняться обработка всех переходных поверхностей крыльчатки



Шаг. Максимально допустимая ширина резания. Узнать больше.(see page 1099)



Черновой шаг. Расстояние между черновыми проходами . Узнать больше.(see page 1099)



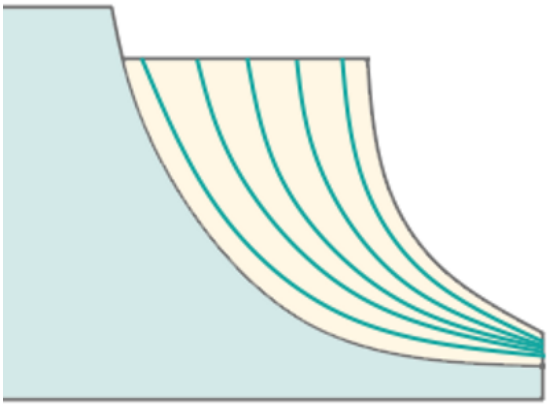
Количество. Количество проходов по переходной поверхности в стратегии **Чистовая скруглений**. Это число проходов откладывается в каждую сторону от середины переходной поверхности.

Стратегия:

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

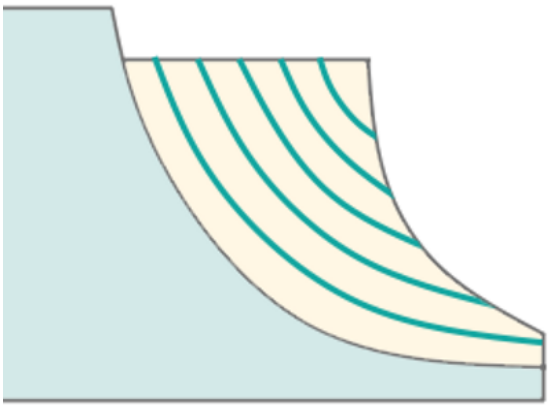
Нажмите здесь для раскрытия...

Преобразования между ступицей и кожухом. Проходы инструмента представляют собой линии, форма которых получается в результате плавного перехода от производящих линий кожуха к производящим линиям ступицы, и проходящие через заданный **Шаг** (для чистовых проходов) или **Черновой шаг** (для черновых проходов).



Смещение от ступицы. Проходы инструмента формируются на поверхностях резания, представляющих собой смещения поверхностей ступицы через заданный **Шаг** (для чистовых проходов) или **Черновой шаг** (для черновых проходов).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

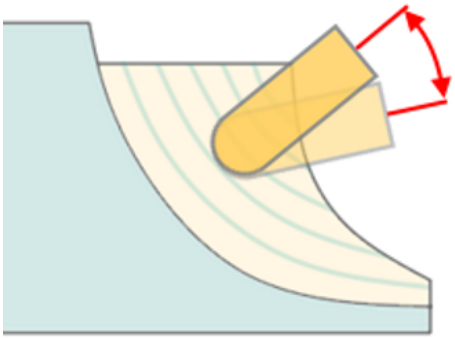


Ориентация инструмента:

Управляет расположением оси инструмента.

Нажмите здесь для раскрытия...

Угол опережения. Дополнительный угол наклона инструмента в плоскости направления движения.



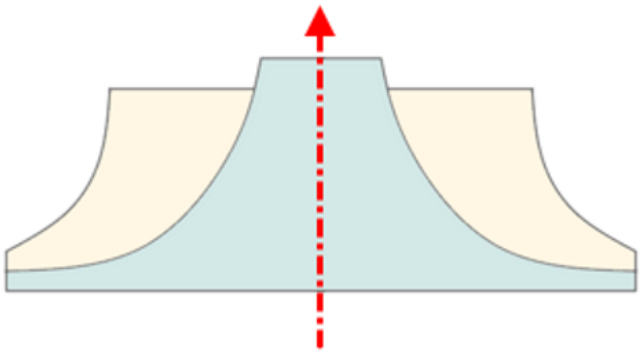
Избегать столкновений:

Используя функцию **Контроль столкновений оправки** эта опция проверяет участки траектории, где имеет место столкновение инструментальной оправки с деталью и изменяет эти участки в соответствии с выбранной стратегией. Основные параметры этой функции такие же как и в операции **5D по сеткам**. Узнать больше.(see page 1085)

Поворотная ось:

Опция позволяет выбрать ось крыльчатки вручную. Выберите одну из осей СК заготовки или Глобальной СК, через которую должна проходить геометрическая ось крыльчатки.

Нажмите здесь для раскрытия...



Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия...

Начальная точка. Установка флага позволяет ввести координаты точки, с которой начинаются рабочие проходы при обработке поверхности. Основные параметры этой функции такие же как и в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Тип фрезерования. Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории. Эта группа параметров работает аналогично . Узнать больше(see page 1099). Эта группа параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Обрезать обкаты.

Обрезает обходы острых внешних углов. Иногда траектория не сглаженная. Этот параметр работает аналогично **Черновая послойная операция**. Узнать больше(see page 876)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

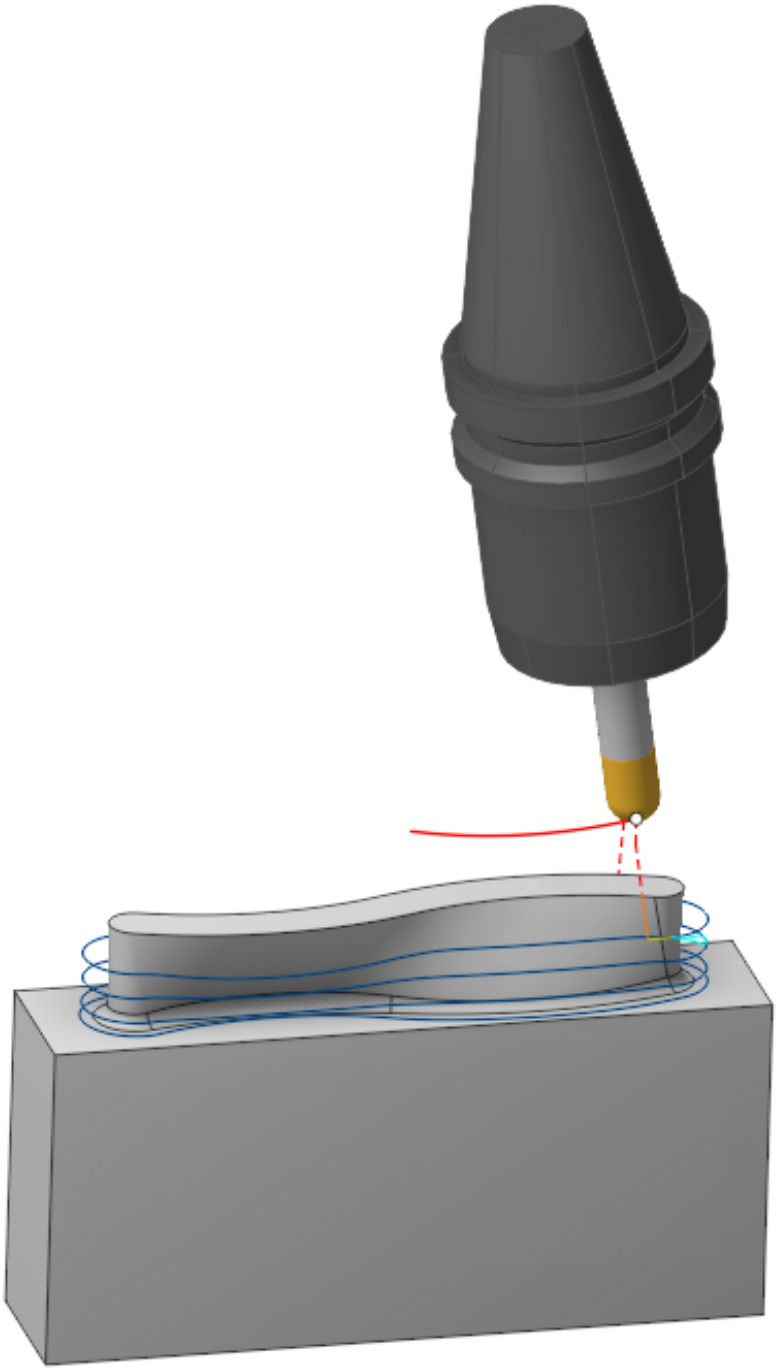
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.4.19 5D Стенки



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Область применения:

Операция предназначена для обработки сложных линейчатых поверхностей боковой стороной фрезы. Она относится к группе пятиосевых операций и может применять наклон инструмента. Наклон инструмента может устанавливаться автоматически или редактироваться пользователем путем изменения векторов в точках траектории инструмента. Операция относится к группе чистовых, но поддерживает черновые проходы.

Рабочее задание:

Существует два алгоритма расчёта операции: один по **Нижнему краю**, а другой — **По двум кривым**. Выбранная стратегия определяет **Рабочее задание** и подмножество параметров на вкладке **Стратегия**.

Нижнему краю.

Нижнее ребро. Кривая, служащая нижней границей обрабатываемой поверхности. Параметры элемента работают аналогично как в **Параметрах кривых** в операции **5D контур**. Узнать больше.(see page 1009)

По двум кривым.

Первая кривая. Определяет нижнюю кривую на поверхности заготовки.

Вторая кривая. Определяет верхнею кривую на поверхности заготовки.

Линия синхронизации. Определяет связь между нижней и верхней кривой, с её помощью разделяются участки поверхности. Чем больше линий синхронизации, тем выше точность.

Вспомогательные грани. Определяет рабочую поверхность, необходимую для моделей сложной формы. Добавляется к автоматически сгенерированной поверхности. Может заменить её, если флажок **Использовать автоматические сетки** отключен.

Параметры, доступные для двух стратегий.

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

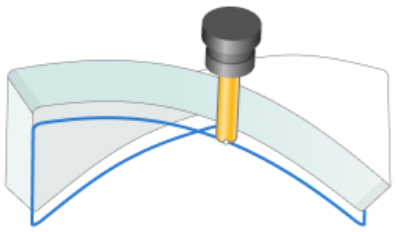
Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Стратегия:

Стратегия:

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

Нажмите здесь для раскрытия...

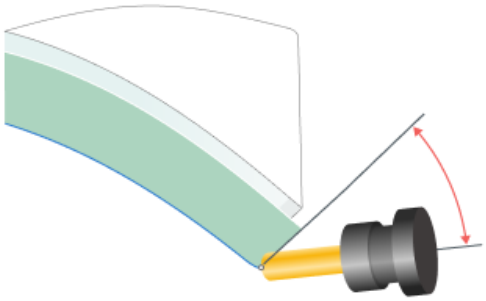


Автоматическая стратегия. Вычисляет наиболее оптимальный путь инструмента с минимальным количеством проходов и дефектов.

Стратегия кратчайшего расстояния. Вычисляет траекторию инструмента с наименьшим расстоянием между верхней и нижней кривыми.

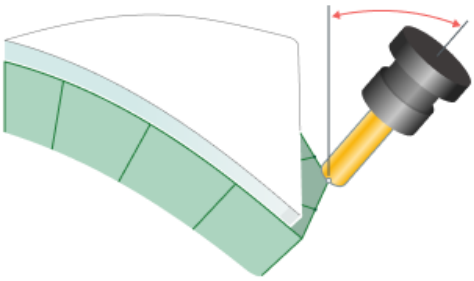
Перпендикулярно к направляющей кривой. Вычисляет траекторию инструмента перпендикулярно основной (нижней) кривой.

> **5D Стенки (Авто).** Вычисляет наиболее оптимальный путь инструмента с минимальным количеством зарезов и дефектов.
>
> **Кратчайшее расстояние.** Вычисляет траекторию инструмента с наименьшим расстоянием между верхней и нижней кривыми.
>
> **Перпендикулярно к направляющей кривой.** Вычисляет траекторию инструмента перпендикулярно основной (нижней) кривой.
>
> **Угол отклонения.** Дополнительный угол наклона инструмента в плоскости, перпендикулярной направлению движения.



Использовать произвольные вектора инструмента. По умолчанию, система выставляет вектора вдоль заданной поверхности. Установка флага позволяет пользователю самостоятельно настроить наклон инструмента в произвольных точках. интерактивно в графическом окне.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Использовать альтернативную сторону. Изменяет сторону обработки на противоположную.

Используйте автом. сетки. Параметр, отвечающий за использование автоматически сгенерированной сетки между двумя кривыми. Часто не соответствует кривым обрабатываемой поверхности.

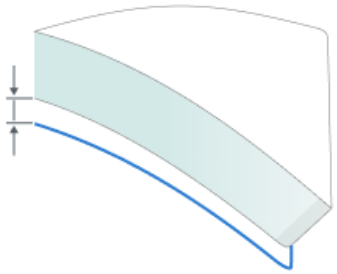
Тип фрезерования:

Может быть назначен практически во всех операциях, кроме операций обработки кривых. Это позволяет пользователю контролировать необходимый тип фрезерования (попутное или встречное) в процессе расчета траектории . Узнать больше(see page 1107). Эта группа параметров работает аналогично как в **Черновой послойной операции**. Узнать больше.(see page 876)

Выход инструмента:

Позволяет сместить инструмент вдоль своей оси на указанное расстояние, в случае обнаружения недорезов, В случае отсутствия недорезов и ограничения инструмента поверхностью снизу, смещения производится не будет.

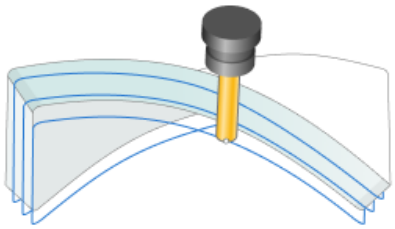
Нажмите здесь для раскрытия...



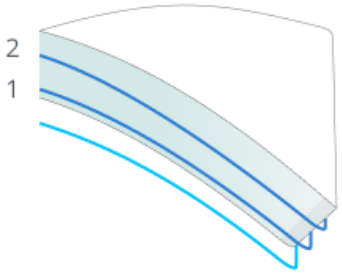
Осевые проходы:

Установка флага добавляет дополнительные проходы вдоль обрабатываемой поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия...

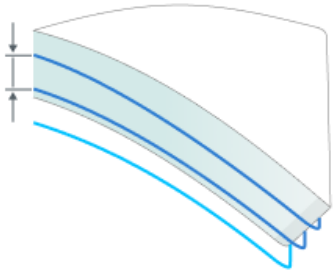


Количество. Количество осевых проходов.



Шаг. Расстояние между осевыми проходами. Узнать больше.(see page 1107)

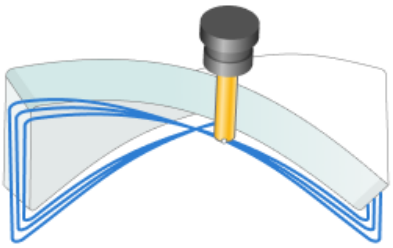
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Радиальные проходы:

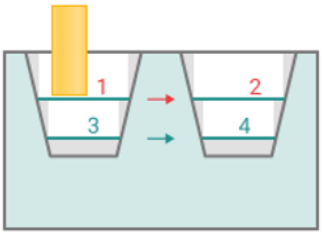
Установка флага добавляет дополнительные черновые проходы перпендикулярно обрабатываемой поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия...

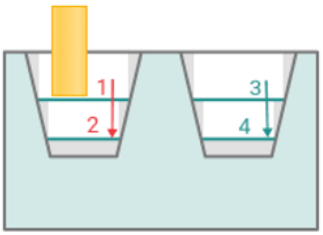


При установке флага появляется выпадающий список, позволяющий организовать порядок выполнения черновых проходов:

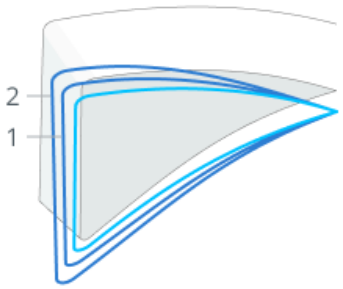
По уровням. Черновые проходы выполняются в порядке расположения слоев.



По строкам. Черновые проходы выполняются в порядке расположения строк.

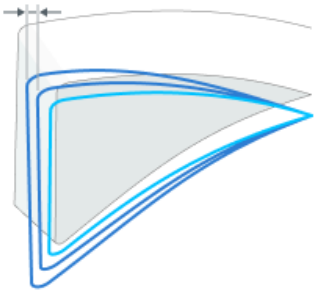


Количество. Количество радиальных проходов.



Шаг. Расстояние между радиальными проходами. Узнать больше.
(see page 1107)

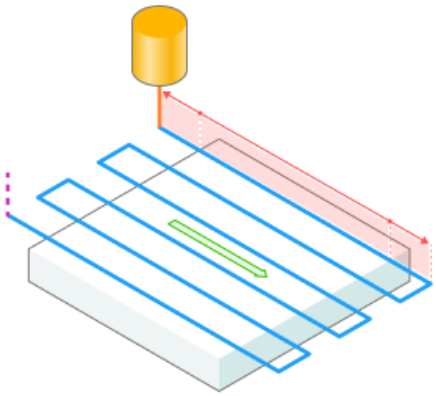
© 2025 ООО СПРУТ Технология



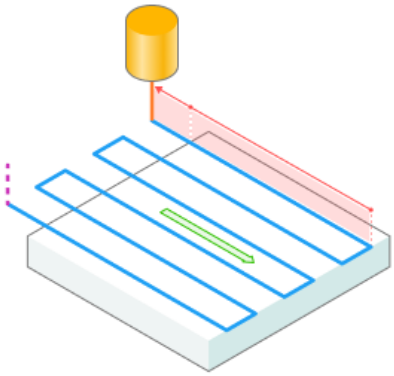
Удлинение/обрезка проходов.

Опция позволяет удлинить или обрезать начало и конец траектории.

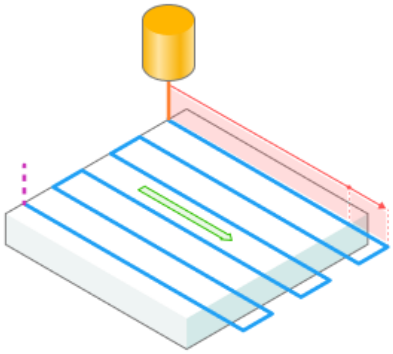
Нажмите здесь для раскрытия...



Начало. При вводе положительного значения, система удлиняет начало рабочих проходов траектории на указанную величину. При вводе отрицательного значения, начала проходов укорачиваются.



Конец. При вводе положительного значения, система удлиняет конец рабочих проходов траектории на указанную величину. При вводе отрицательного значения, концы проходов укорачиваются.



Сортировка.

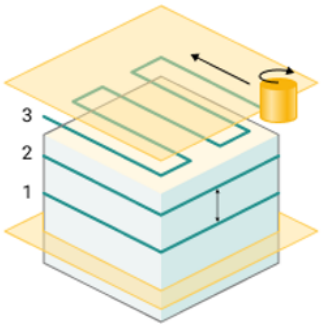
Управляет последовательностью проходов траектории инструмента во время обработки поверхности.

Нажмите здесь для раскрытия...

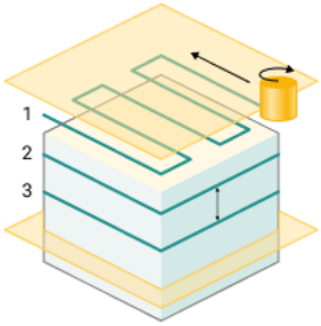
Порядок обработки. Определяет порядок формирования проходов.

Снизу вверх. Проходы формируются снизу вверх.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сверху вниз. Проходы формируются сверху вниз.



Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов . Узнать больше(see page 654).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.8.5 Высокоскоростная обработка

Модуль расчета траектории высокоскоростной обработки (Адаптивная SC) предназначен для эффективного удаления материала заготовки из открытых и закрытых карманов.

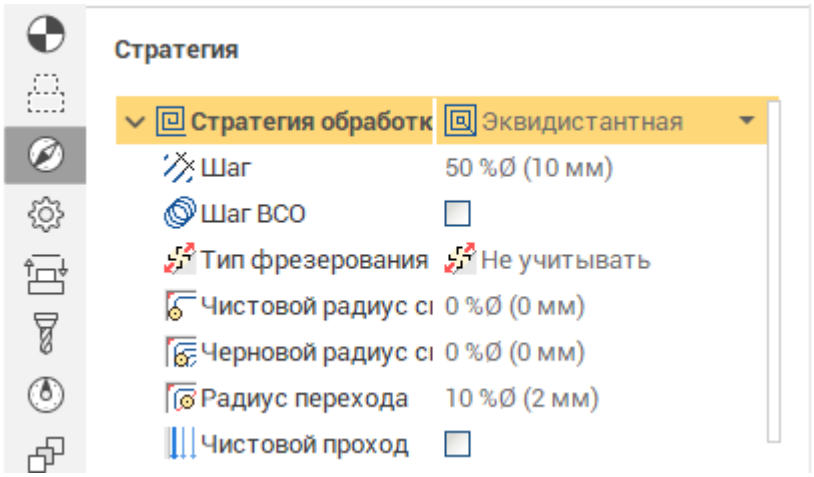
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Эта стратегия доступна в следующих операциях:

- Черновая послойная(see page 876)
- Выборка(see page 852)
- Выборка 2.5D(see page 1590)
- Обработка горизонтальных участков(see page 863)

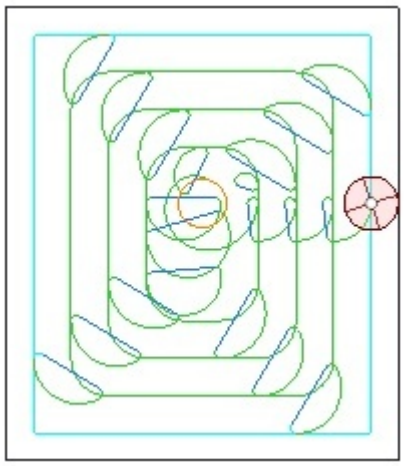
Преимущества модуля перечислены ниже:

Стратегия



Все нижеописанные опции доступны если выбран режим Адаптивная SC.

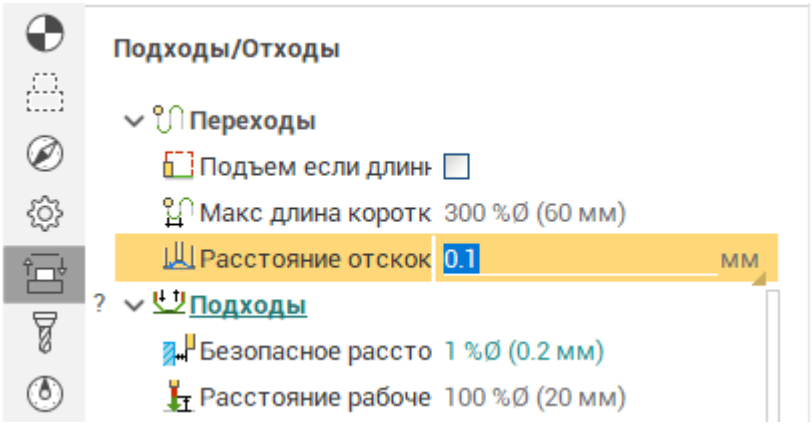
Новые дуговые движения



Длина траектории инструмента уменьшена до 20% по сравнению с устаревшей версией программы.

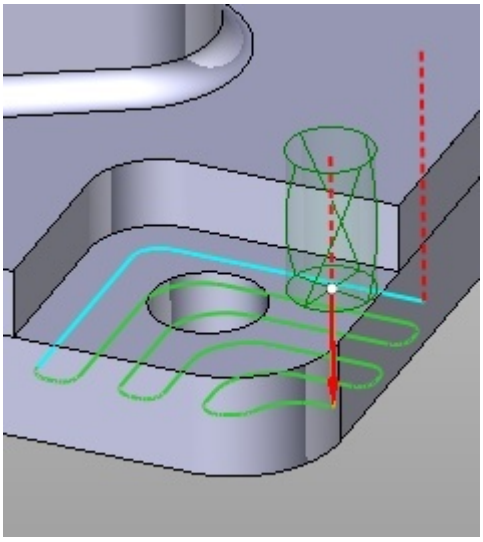
Новые дуги исключают перегрузку инструмента не снижая при этом подачу. Это делает процесс обработки значительно более равномерным.

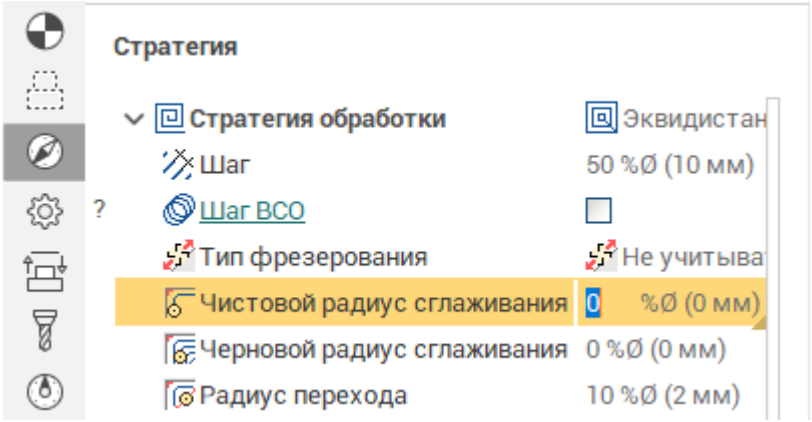
Параметр "расстояние отскока"



Инструмент немного приподнимается над уже обработанной плоскостью, когда движется к началу следующей дуги.

Скругления острых углов траектории в режиме зигзаг.

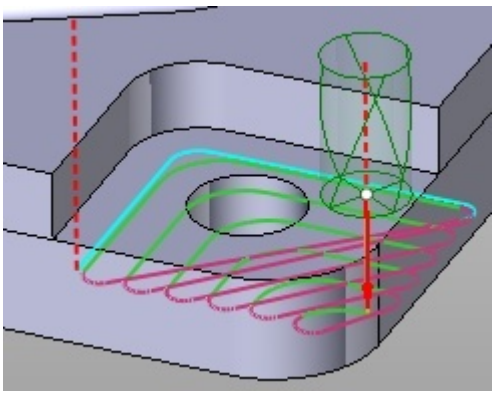




Величина ‘Черновой / Чистовой радиус сглаживания’ используется для скругления переходов.

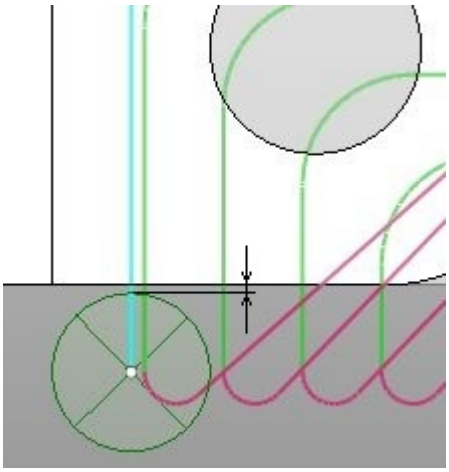
Переходы без подъема на безопасную плоскость.

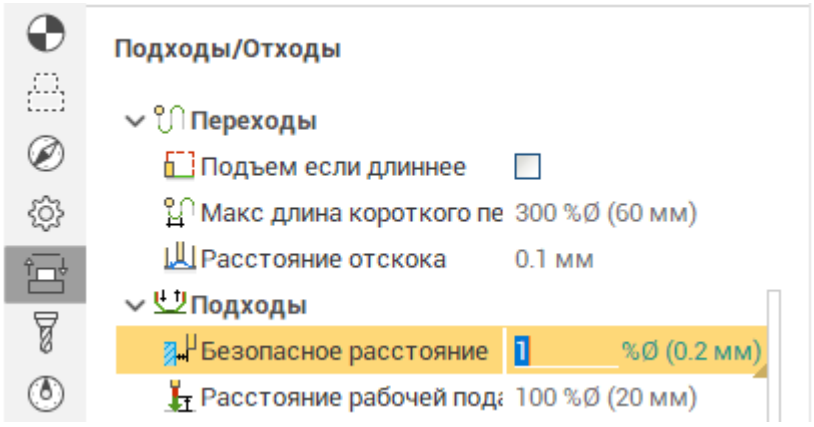
© 2025 ООО СПРУТ Технология



В попутном и встречном режимах инструмент по кратчайшему пути перемещается к следующей строчке без подъема на безопасную плоскость. Если переход выполняется над обработанной поверхностью, то инструмент приподнимается на расстояние отскока. Также используется радиус холостых ходов для скругления острых углов.

Безопасное расстояние

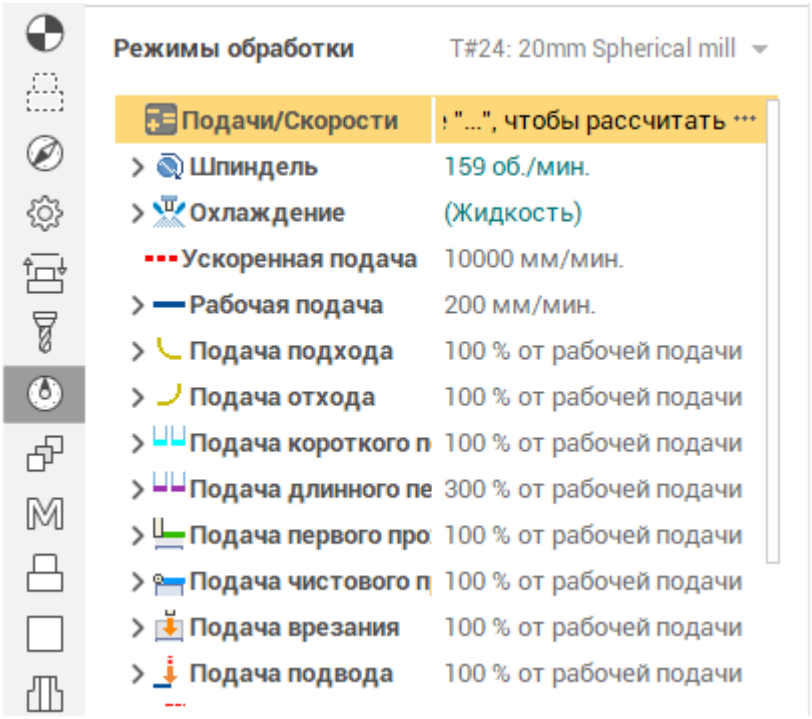




Безопасное расстояние применяется при подъемах и опускании инструмента. Вертикальное перемещение выполняется на этом расстоянии от заготовки. Таким образом нет необходимости задавать подходы и отходы, чтобы избежать столкновения с заготовкой на ускоренной подаче.

Если Вы используете для опускания фрезы предварительно просверленное отверстие, то его диаметр должен быть больше диаметра фрезы на удвоенную величину безопасного расстояния. В противном случае это отверстие не будет обнаружено.

Переходы на ускоренной подаче

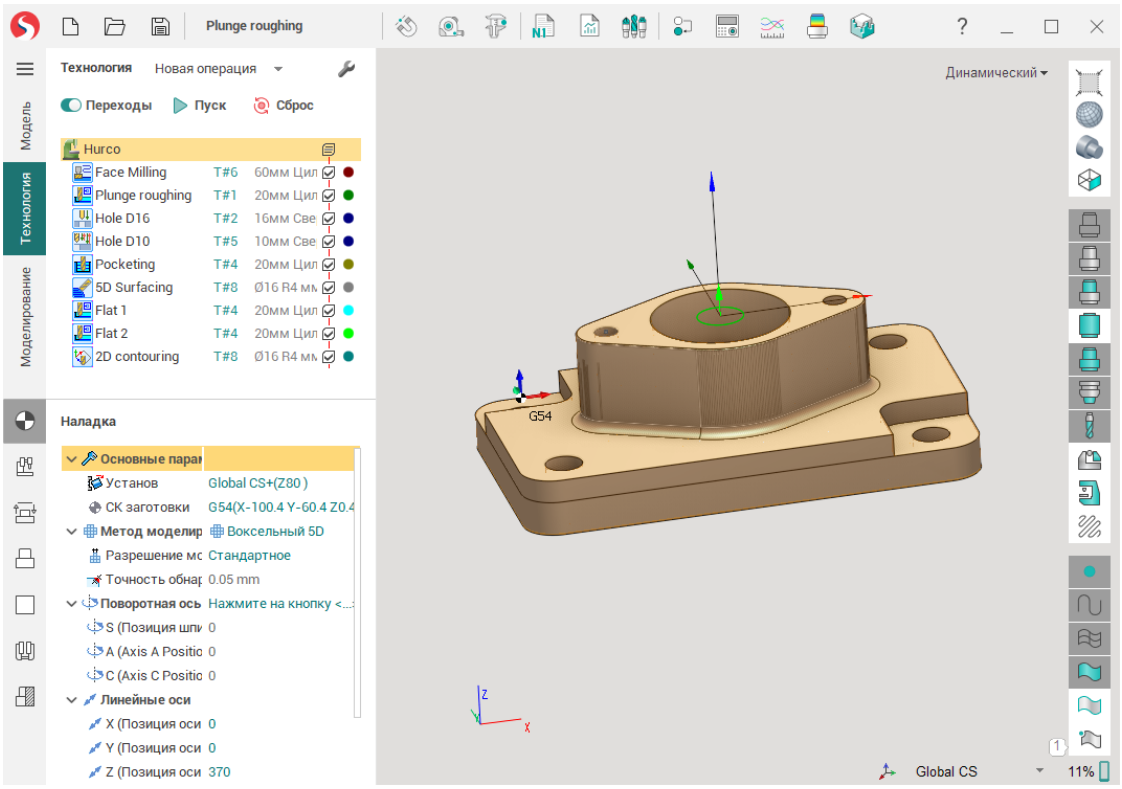


Для переходов может использоваться как подача перехода, так и подача возврата. Если длина холостого перемещения меньше чем параметр "Короткий переход", то оно выполняется на подаче перехода, иначе на подаче возврата. По умолчанию, подача возврата устанавливается как 300% от рабочей подачи, то есть она не предназначена для резания. Если в процессе моделирования будет обнаружено резание на подаче возврата, то такой ход будет помечен как ошибочный.

5.8.6 Настройка технологических операций

Параметры операции определяют что, и каким образом будет обрабатываться. После выбора соответствующего узла внутри операции нижняя часть окна меняется и предоставляет инструментарий необходимый для его редактирования.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

Геометрические параметры операции(see page 427)

Задание детали заготовки и оснастки(see page 429)

Позиционирование детали на станке(see page 482)

Точка смены инструмента(see page 594)

Локальная система координат операции(see page 488)

Индексная многокоординатная обработка(see page 494)

Правила подвода и отвода(see page 585)

Пользовательские операции(see page 436)

5.8.6.1 Использование конструктивных элементов в рабочем задании

Смотри вложенные страницы

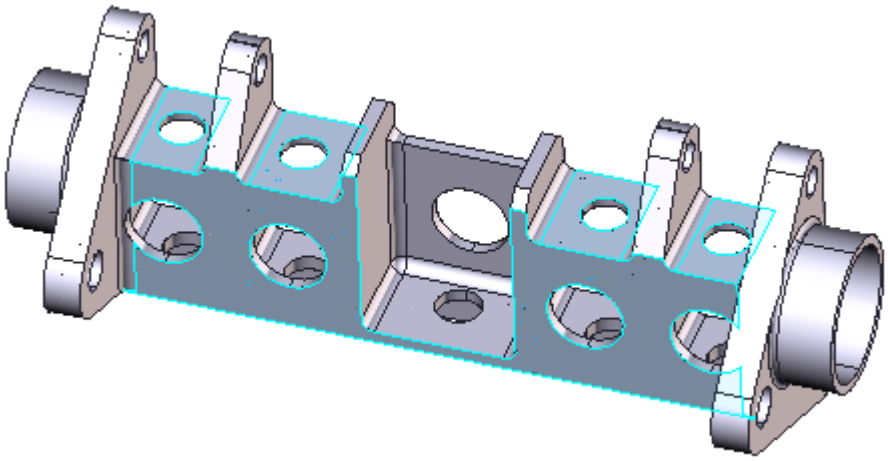
Создание операций по выбранной геометрии

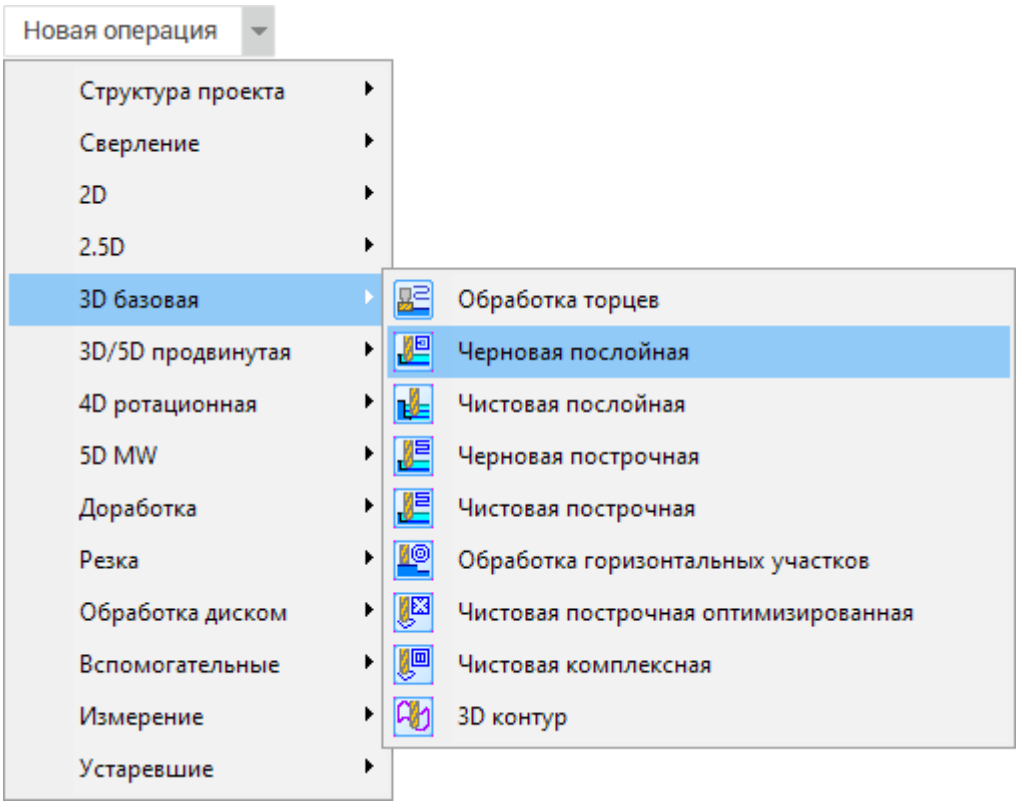
В CAM системе, начиная с версии 7, появилась возможность создания операций по уже выбранной геометрии. Суть этого метода заключается в том, что Вы сначала выбираете геометрию, которую хотите обработать, в графической области, и затем создаете операцию. При этом выбранная геометрия автоматически попадает в рабочее задание созданной операции. Кроме того, при создании самой операции система анализирует рабочее задание, и пытается подобрать параметры операции исходя из параметров рабочего задания. Например, если Вы выберите в трехмерной модели детали несколько

отверстий, и создадите операцию сверления, то все выбранные отверстия попадут в рабочее задание созданной операции, при этом система автоматически подберет сверло по диаметру выбранных отверстий и спозиционирует рабочие органы станка таким образом, чтобы направление оси инструмента совпадало с направлением осей отверстий. Если вы выберите отверстия, расположенные в разных плоскостях, и они не могут быть обработаны в одной операции, то система автоматически создаст необходимое количество операций.

Пример создания операции по выбранной геометрии

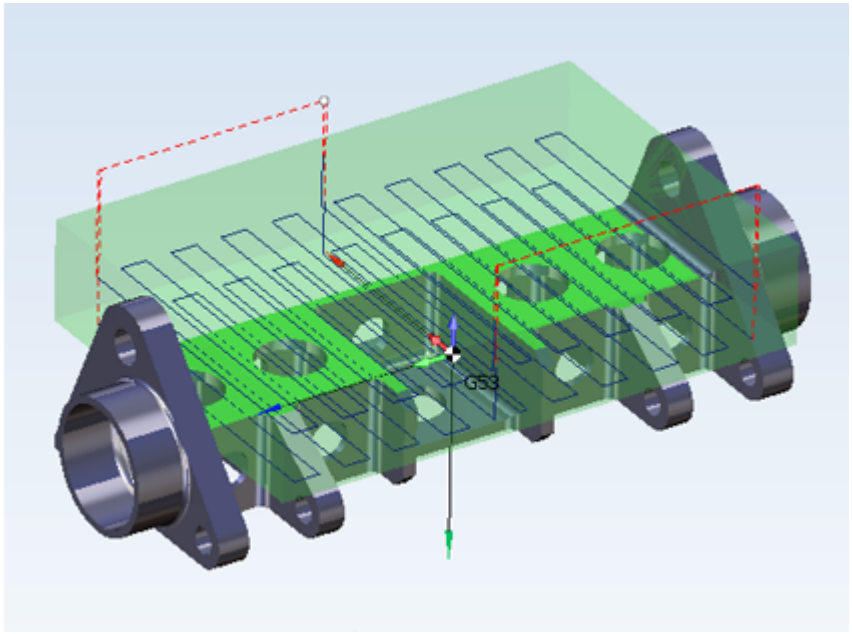
На детали, изображенной на рисунке ниже, выберем нижние поверхности карманов, и создадим операцию черновой выборки.





На рисунке ниже представлен полученный результат после расчета траектории. Выбранные карманы расположены в двух плоскостях, поэтому система создала две операции вместо одной.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

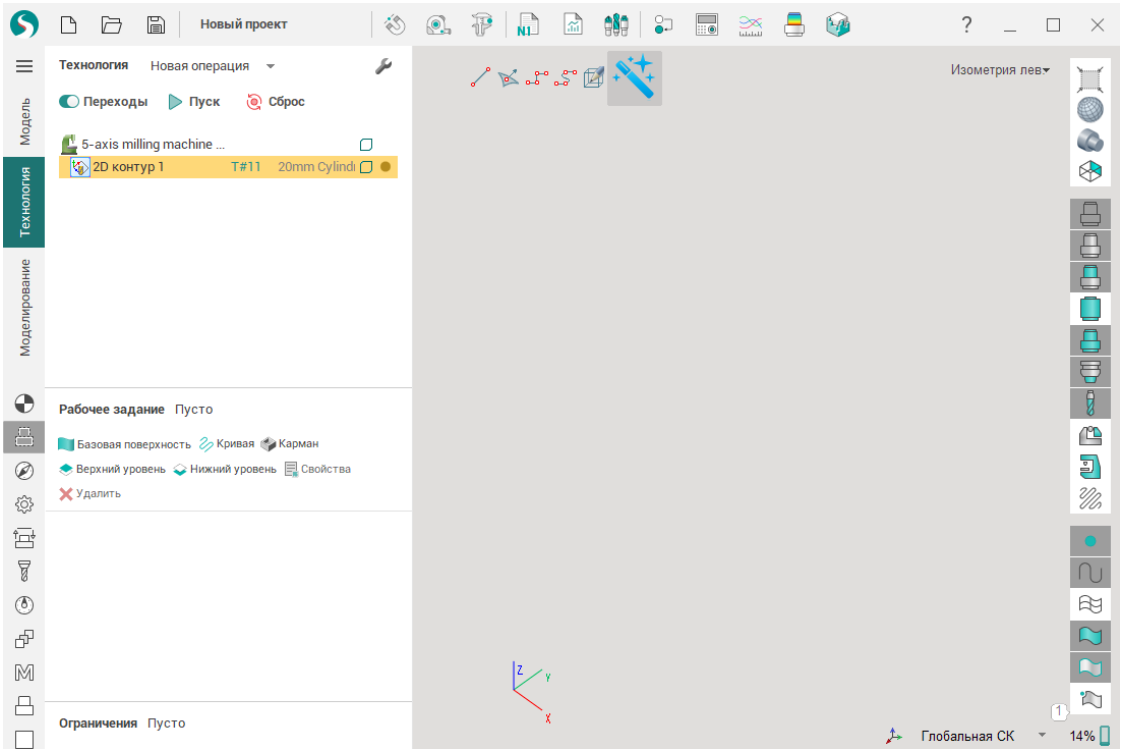


Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Построение кривых

На данный момент функционал еще находится в разработке. Доступ к нему открывается на вкладке «Технология»:

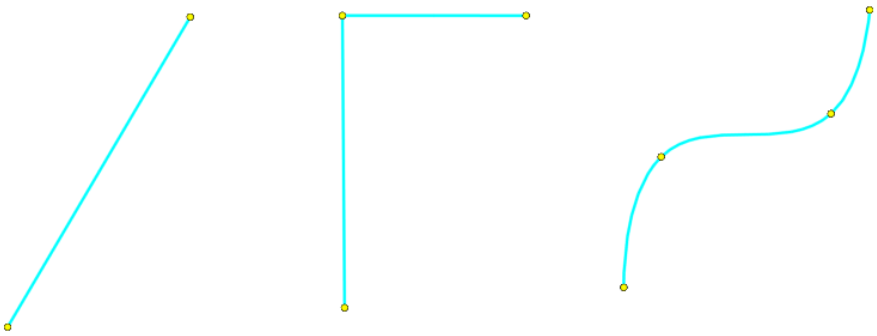


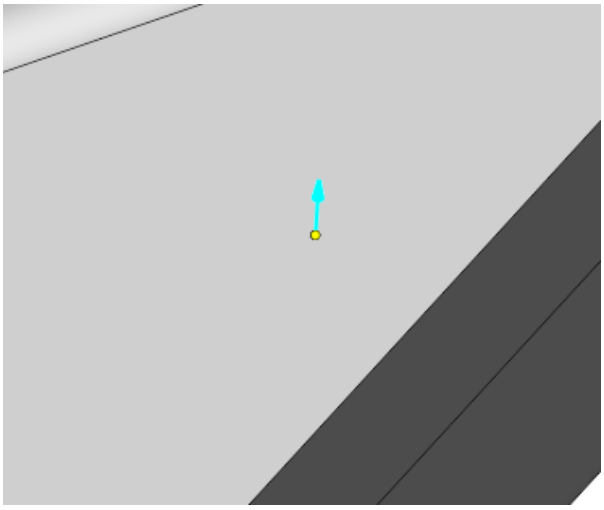
Доступны 4 вида кривых (будет больше):

- Прямая;

- Ломанная;
- Сплайн.







Кривые можно двигать за узловые точки, добавлять новые узловые точки (зажать ЛКМ на отрезке кривой и потащить) и удалять узловые точки (ПКМ по точке).

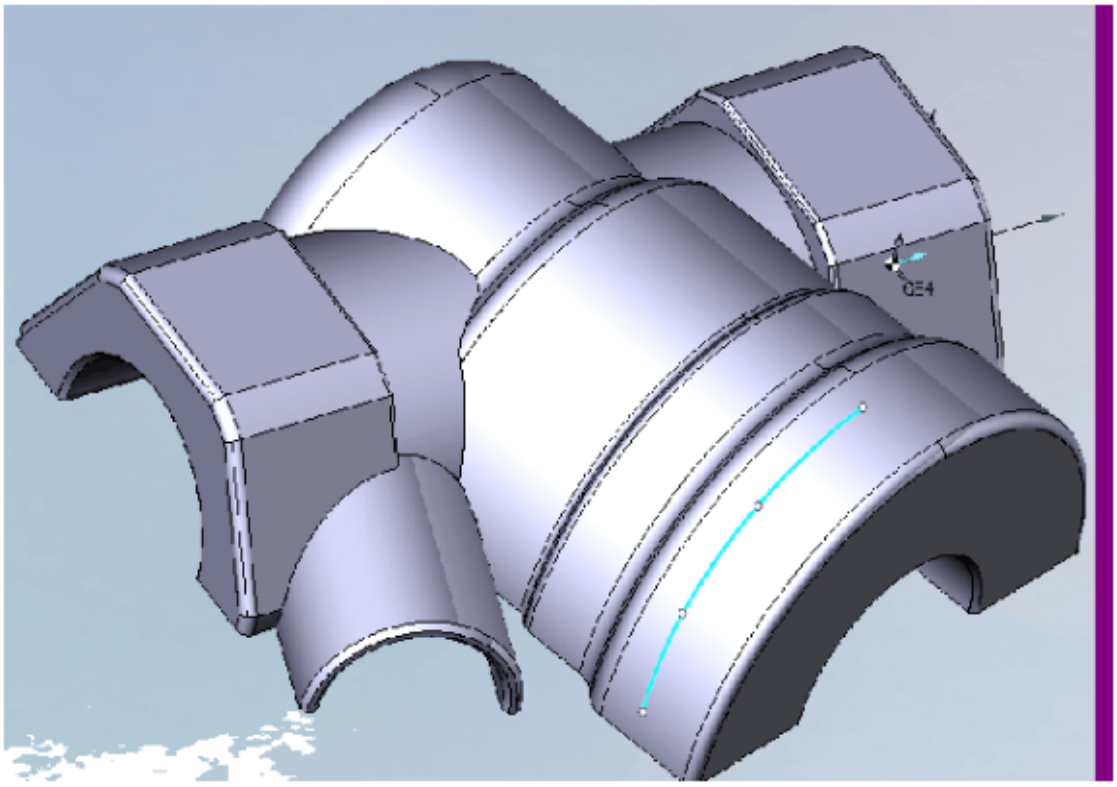
Для них сделаны 3 режима рисования:

1. Свободный. Точки при построении выбираются по следующим правилам:

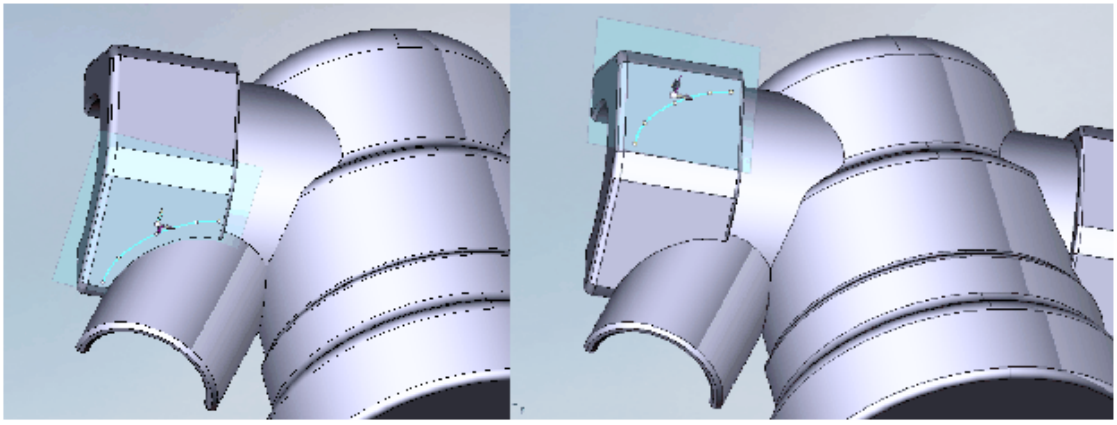
a. Если под курсором ничего нет и это первая точка, то берем точку с произвольной глубиной;
b. Если под курсором ничего нет и это не первая точка, то берем точку с той же глубиной, что и предыдущая (получается, что построение идет на одной плоскости);
c. Если под курсором поверхность, то берем точку с нее.

2. На поверхности. Точки берутся только с поверхностей;

© 2025 ООО СПРУТ Технология



3. На плоскости. Точки берутся только с плоскости. Все нарисованные кривые привязываются к этой плоскости и при ее перемещениях и поворотах, перемещаются вместе с ней.



See also:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Гравировальная операция(see page 848)

4-х координатная обработка с применением <Гравировки> и <Выборки>(see page 1003)

Рабочее задание для гравировальной операции и операции выборки области(see page 544)

5.8.6.2 Рабочее задание для операций объемной обработки

Рабочее задание(see page 499) операции определяет список элементов, которые должны быть обязательно обработаны. Деталь(see page 730) операции контролируется, чтобы не допустить зарезы, но обрабатываться не должна. Операции объемной обработки

характеризуются тем, что для них в качестве рабочего задания указываются поверхности и сеточные объекты. К операциям объемной обработки относятся:

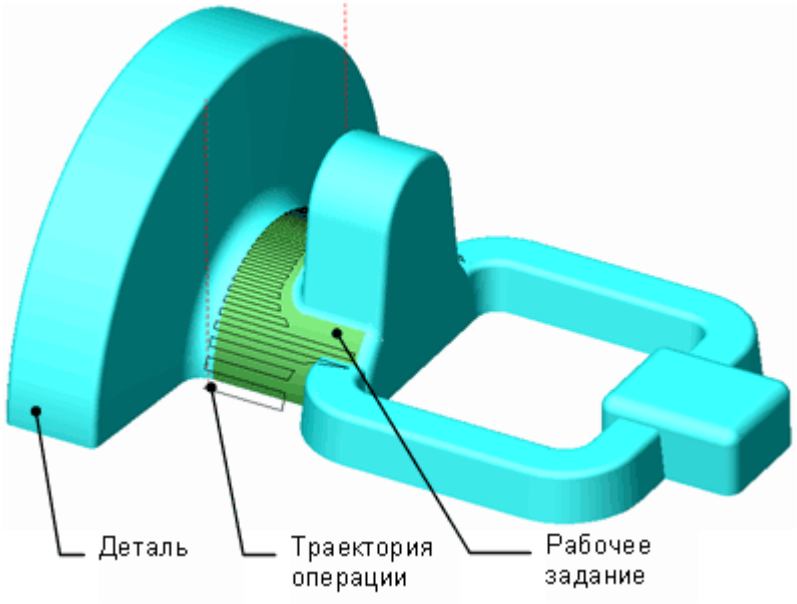
- операция обработки отверстий(see page 791) ;
- черновая послойная операция(see page 876) ;черновая послойная операция

- черновая построчная операция(see page 895) :
- черновая управляемая операция(see page 1594) ;
- чистовая послойная операция(see page 899) ;
- чистовая построчная операция(see page 904) ;
- чистовая управляемая операция(see page 1592) ;
- комбинированная операция(see page 1591) ;
- построчно-оптимизированная операция(see page 913) ;
- комплексная операция(see page 927) ;
- послойная доработка с выборкой(see page 931) ;
- послойная доработка(see page 931) ;
- построчная доработка(see page 931) ;
- управляемая доработка(see page 931) ;
- построчно-оптимизированная доработка(see page 931) ;
- комплексная доработка(see page 931) .

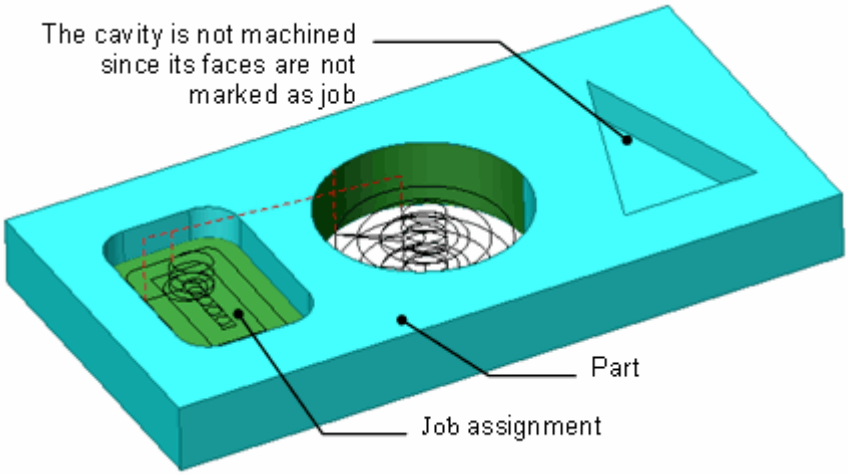
- черновая построчная операция:
- черновая управляемая операция;
- чистовая послойная операция;
- чистовая построчная операция;
- чистовая управляемая операция;
- комбинированная операция;
- построчно-оптимизированная операция;
- комплексная операция;
- послойная доработка с выборкой;
- послойная доработка;
- построчная доработка;
- управляемая доработка;
- построчно-оптимизированная доработка;
- комплексная доработка.

По умолчанию в списке < Рабочее задание > указывается элемент < Деталь текущей операции(see page 730) >. Он также может быть добавлен кнопкой < Ссылка(see page 427) >. В этом случае, операцией будут обрабатываться все поверхности детали, Если необходимо непосредственно указать поверхности для обработки, то они должны быть добавлены в список кнопкой < Поверхность >. Порядок объектов в списке не имеет значения и не влияет на траекторию обработки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



В черновых операциях будет удален весь материал заготовки, который мешает обработать поверхности указанные в рабочем задании. Следовательно, нет необходимости указывать все поверхности колодца, чтобы его выбрать, достаточно указать самую нижнюю.



Рабочее задание также определяет автоматические уровни обработки(see page 1126)уровни обработки. Например, если в рабочем задании указана боковая поверхность сквозного отверстия, то нижний уровень обработки будет определяться нижней точкой этой поверхности.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

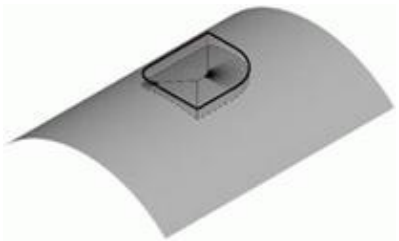
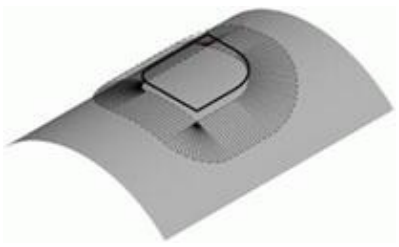
5.8.6.3 Рабочее задание для управляемых операций

Рабочее задание(see page 499) в чистовой(see page 1592) и черновой(see page 1594)чистовой и черновой управляемых операциях определяет закон перемещения инструмента в плане.

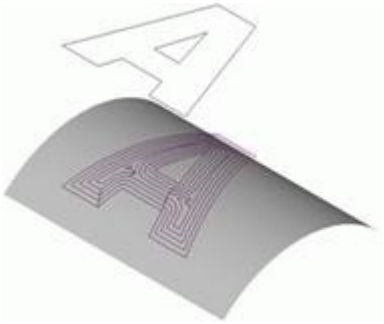
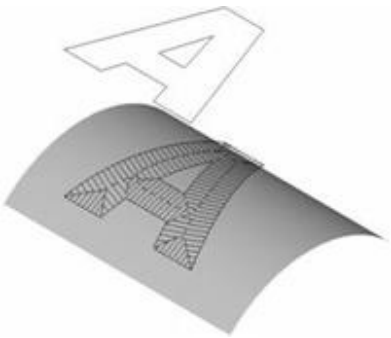
Задачей технолога является формирование направляющей области, аналогичной области, формируемой при указании рабочего задания для гравировальной операции и

операции выборки области(see page 544). Формируемая с помощью кривых направляющая область динамически отображается в графическом окне(see page 94).

В управляемых операциях предусмотрены две основные стратегии движения инструмента: вдоль или поперек кривых направляющей области. При обработке вдоль направляющих кривых, вид траектории в плане определяется как эквидистанты к направляющей области. При обработке поперек направляющих кривых, строчки строятся перпендикулярно кривым направляющей области. Сторона кривой, в которую производится обработка, определяется типом направляющей кривой. Влияние направляющих кривых и их типов на стратегию обработки представлено в следующей таблице.

Тип направляющей кривой	Траектория при обработке вдоль направляющей кривой	Траектория при обработке поперек направляющей кривой
Канавка		Устанавливать не рекомендуется
Гребень		
Впадина		
Выступ		

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Наружная кривая – впадина, внутренняя – выступ		

В том случае, если на страничке направляющие не указано ни одной кривой, направляющая область вычисляется по умолчанию. Способ вычисления области по умолчанию зависит от типа управляемой операции.
Для черновой управляемой операции, по умолчанию в качестве направляющей будет принята наружная граница заготовки. Если заготовкой является, например, брусок, то направляющей кривой будет прямоугольник, а обработка будет производиться внутри прямоугольника параллельно или перпендикулярно его сторонам.

Для чистовой управляемой операции, по умолчанию в качестве направляющих кривых будет взята наружная граница обрабатываемой модели.

Для управляемой доработки по умолчанию направляющая область вычисляется, таким образом, чтобы обработка производилась вдоль недоработанных участков. Для этого вначале выделяются зоны, в которых имеется остаточный материал, а затем полученная область сглаживается. Соответственно, обработка может производиться вдоль или поперек недоработанных участков.

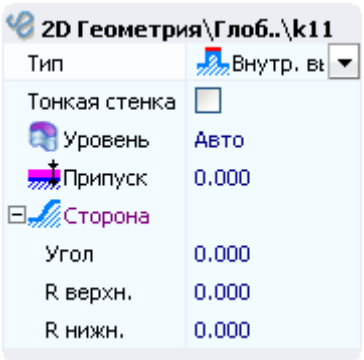
Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.8.6.4 Рабочее задание для 2.5D обработки

Для разработки управляющих программ на детали имеющие карманы, выступы, плоские участки и с точки зрения трудоемкости работы не всегда рационально строить математическую модель детали, с другой стороны всегда имеется необходимость визуального контроля геометрии детали. CAM система позволяет автоматически строить визуальную модель по плоским кривым.

После добавления кривой, при наведении на неё курсора в графическом окне и нажатия правой кнопки мыши, рядом с кривой появляется окно свойств кривой, показанное на рисунке ниже.



Окно предназначено для просмотра и изменения свойств элемента рабочего задания(see page 499) без использования окна рабочего задания операции. Это удобно при наличии большого количества кривых в рабочем задании операции, когда поиск по списку элементов затруднён.

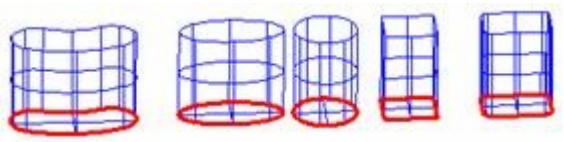
При выходе курсора за пределы окна оно автоматически закрывается.

Визуальная модель формируется из плоских участков ограниченных замкнутыми кривыми, расположенными на разных высотах и стенок между ними. Открытые (незамкнутые) кривые, а так же точки, также можно использовать в построении визуальной модели.

Если стенка от площадки поднимается вверх это колодец, если вниз – выступ. Базовый уровень это уровень, пространство ниже которого представляет собой тело, из которого методом вычитания колодцев можно получить визуальную модель, Причем это пространство взаимодействует только с колодцами.

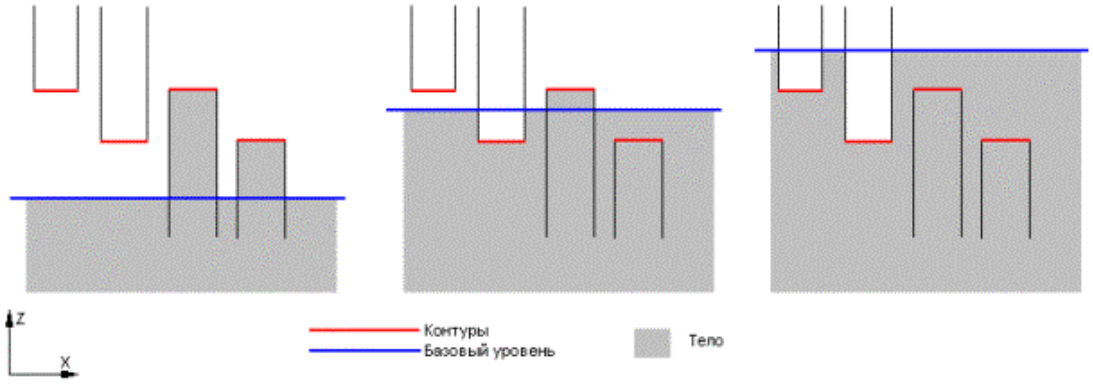
Уровни задаются в текущей системе координат(see page 110) по оси Z относительно плоскости XY.

Метод построения визуальной модели можно сравнить с построением фигур из песка. Инструментом для строительства являются формы. Профили дна форм образуют кривые, которые могут быть самого разного вида, примеры кривых представлены на рисунке.



Этими формами можно либо выдавливать колодцы, либо, если его наполнить песком и перевернуть, вытягивать выступы.

Поверхность песка это базовый уровень. Считается что формы, которыми формуются выступы, всегда наполнены песком. Так же считается, что один конец формы ограничен дном, другой уходит в бесконечность.



Если формы расположены над базовым уровнем, они ничего выдавить не могут. Перевернутые формы, которые находятся ниже базового уровня, так же ничего не

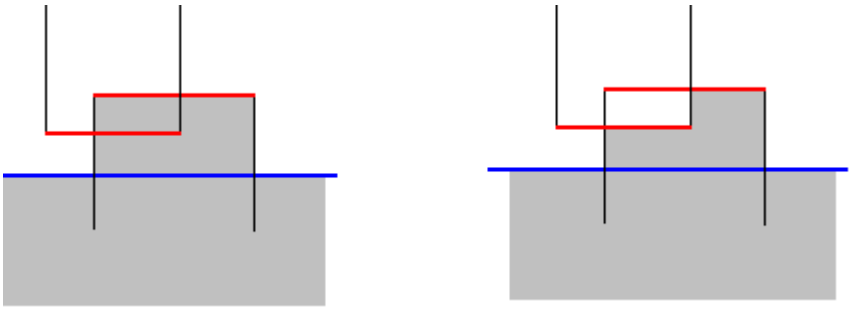
© 2025 ООО СПРУТ Технология

вытягивают. В то же время перевернутые формы, расположенные над уровнем всегда вытягивают выступ.

При создании фигуры из песка определенную роль играет последовательность формования. Например, чтобы получить ступенчатый выступ сначала нужно получить целый выступ, а затем выдавить ступеньку, но не наоборот.

На рисунке изображен результат двух разных последовательностей действий.

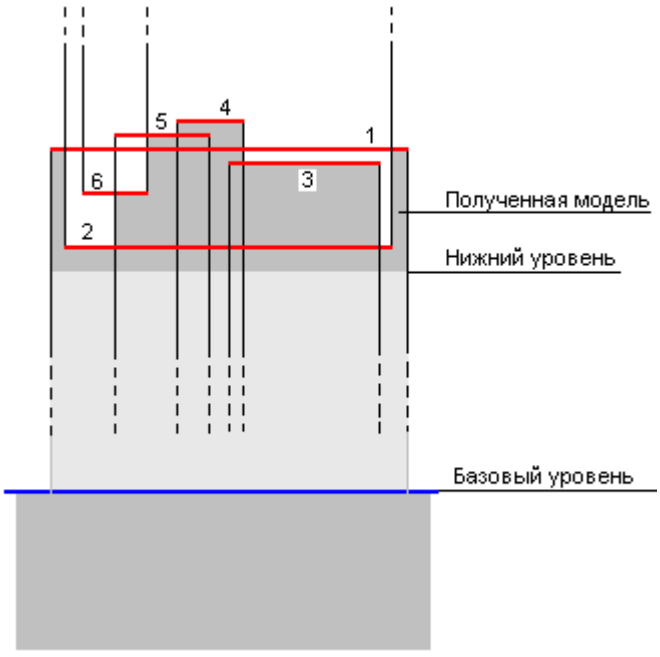
Слева – сначала сделан колодец затем выступ. Справа – сначала выступ затем колодец.



В первом случае колодец недотянул до уровня "песка", т.е. выдавливать было нечего, соответственно выступ получился целым. Во втором случае сначала был сформирован выступ, а затем колодец выдавил из выступа часть "песка".

Изначально, по умолчанию, базовый уровень расположен бесконечно низко относительно нулевой плоскости системы. Большинство моделей можно строить, не прибегая к заданию базового уровня. Например, формируется выступ по внешней границе модели на требуемом уровне, дальнейшее построение модели производится внутри этого выступа. Нижняя плоскость модели определяется параметром <Нижний уровень>, который задается в окне параметров операции на странице <Параметры>.

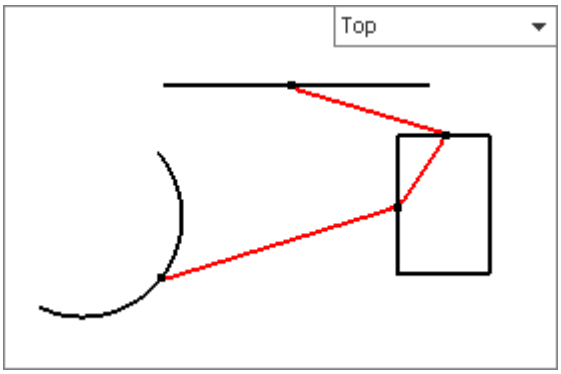
Пример представлен на рисунке.



Цифрами указана последовательность действий:

1. выступ по внешнему профилю модели,
2. колодец,
3. выступ,
4. выступ,
5. выступ,
6. колодец.

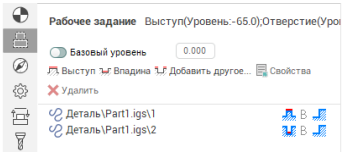
Для изменения свойств элементов рабочего задания можно воспользоваться окном свойств элемента рабочего задания, которое можно открыть двойным щелчком на выбранном элемента, или воспользоваться контекстным меню. Внешний вид окна свойств элемента рабочего задания представлен ниже.



В окне свойств можно задать форму боковой стенки элемента. Угол определяет наклон боковой стенки к оси Z операции, верхнее и нижнее скругление определяет как будет боковая стенка стыковаться с верхней и нижней плоскостями модели.

Пример создания виртуальной модели.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



В режиме <2D Геометрия(see page 267)> следует построить две прямоугольные, пересекающиеся кривые.

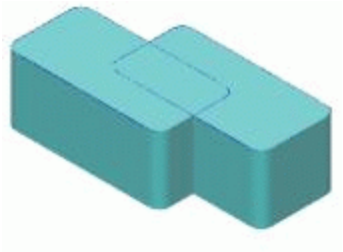
Перейти в режим <Технология(see page 104)> и выбрать операцию <2.5D Выборка(see page 1590)>.

Открыть окно <Рабочее задание(see page 427)> и добавить обе кривые в окно для обработки в операции, как показано на рисунке. Все построение визуальной модели осуществляется с использованием команд и параметров, задаваемых на панели, которая изображена слева. Любая кривая может формировать как колодец, так и выступ. Во многих случаях использование базового уровня не обязательно, так как имеется внешняя кривая, которая как бы и формирует тело, из которого путем выборки карманов и добавления выступов формируется визуальная модель.

Выбрать первую кривую и установить переключатель в положение <Выступ>. Задать уровень расположения кривой – 0.

Активизировать вторую кривую и установить те же параметры, что и для первой кривой. Нижний уровень модели определяется параметром <Нижний уровень(see page 1130)> в окне параметров операции на странице <Параметры(see page 1154)>.

Задать значение нижнего уровня равным -20.

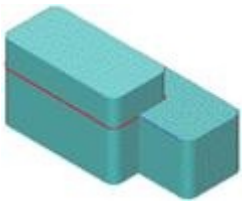


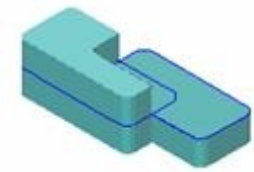
В главном графическом окне системы появится визуальная модель изображенная на рисунке слева.

В общем виде задание параметров и условий можно представить в виде таблицы:

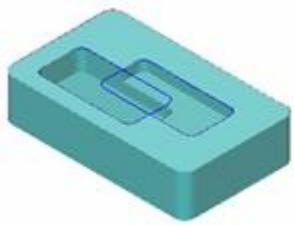
Кривая 1	выступ	уровень 0
Кривая 2	выступ	уровень 0

Таким образом, был построен вариант, когда обе кривые являясь выступами, сформировали модель. Обе кривые лежат на уровне ноль, нижняя часть модели на уровне -20.

<table>
<tr>
<td>  </td>
<td>Выбрать первую кривую и в поле Уровень установить значение 10. В результате чего кривая расположится на уровне 10, визуальная модель изменится соответствующим образом

<table>
<tr><td>Кривая 1</td><td>выступ</td><td>уровень 10</td></tr>
<tr><td>Кривая 2</td><td>выступ</td><td>уровень 0</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>Одну и ту же кривую можно использовать несколько раз.

<table>
<tr><td>Кривая 1</td><td>выступ</td><td>уровень 10</td></tr>
<tr><td>Кривая 2</td><td>колодец</td><td>уровень 0</td></tr>
<tr><td>Кривая 2</td><td>выступ</td><td>уровень 0</td></tr>
</table>

Результат изображен на рисунке слева.</td>
</tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr>
<td>  </td>
<td>Добавить в список еще одну кривую под номером 3

<table>
<tr><td>Кривая 3</td><td>выступ</td><td>уровень 5</td></tr>
<tr><td>Кривая 1</td><td>колодец</td><td>уровень 0</td></tr>
<tr><td>Кривая 2</td><td>колодец</td><td>уровень -10</td></tr>
</table>

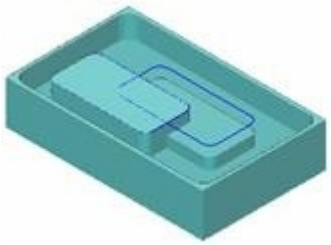
В этом случае сначала кривая 3 вытянет выступ на уровень 5, затем кривая 2 выдавит колодец на уровень 0 и, наконец, кривая 1 выдавит колодец до уровня -10</td>
</tr>
</table>

Примеры использования базового уровня.

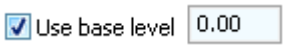
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Выше уже проводилась аналогия базового уровня с поверхностью песка, из которого строятся различные фигуры. Т.е. начиная с этого уровня, всегда имеется возможность выдавливать колодцы.

Пример создания визуальной модели с использованием базового уровня.



Включить режим использования базового уровня.



Ввести значение Базового уровня равным 0

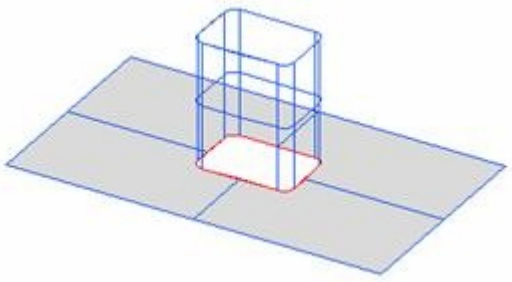
Сформировать список кривых с параметрами указанными в таблице:

Кривая 3	колодец	уровень -10
Кривая 1	выступ	уровень 0
Кривая 2	колодец	уровень -5

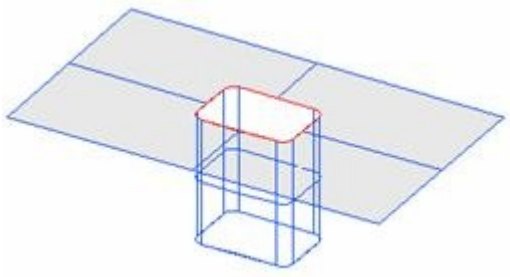
Результат должен соответствовать рисунку слева.

Пример виртуальной модели с использованием параметра <Снаружи**>**

Если провести аналогию с построением фигур из песка, то есть, представить кривые в виде форм для работы с песком, то при включении параметра <Снаружи> инвертируется рабочая область инструмента. На рисунках ниже показаны рабочие зоны форм, образованные одной и той же кривой в режиме <Внутри> – слева и в режиме <Снаружи> – справа.

	
Внутри	Снаружи

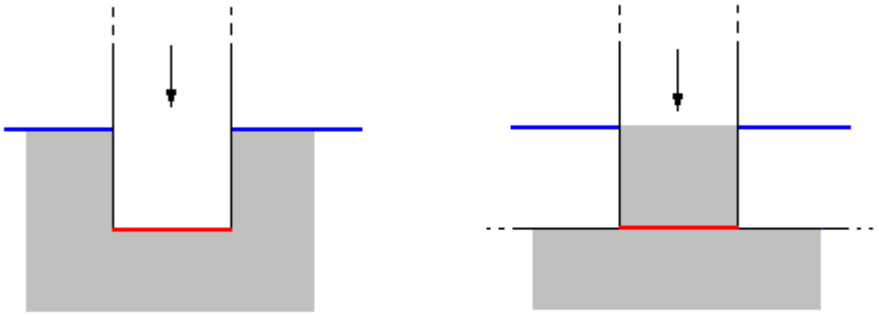
Формы для выдавливания колодцев

	
Внутри	Снаружи

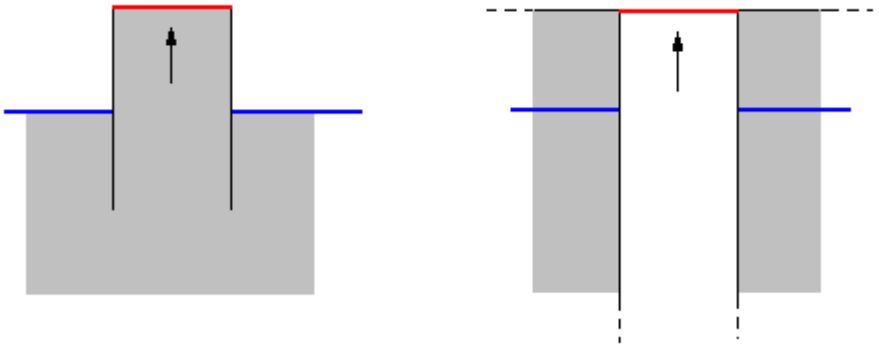
Формы для вытягивания выступов

Трансформация при переключении параметра <Внутри> – <Снаружи>.

На рисунке слева выдавливание колодца кривой с параметром <Внутри>, справа выдавливание колодца кривой с параметром <Снаружи>:

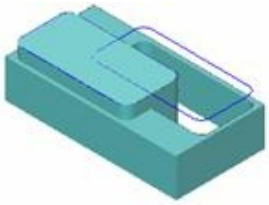


Вытягивание выступа. Слева параметр кривой <Внутри>, справа <Снаружи>:



Пример создания виртуальной модели с использованием параметра кривой <Снаружи>

© 2025 ООО СПРУТ Технология



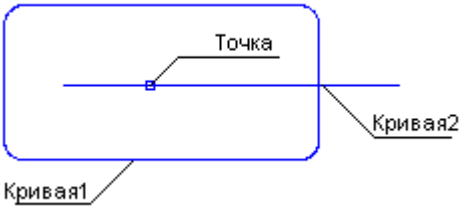
Сформировать список кривых с параметрами указанными в таблице:

Кривая 1	Выступ	уровень 0	
Кривая 1	Выступ	уровень -5	Снаружи

Результат должен соответствовать рисунку.

Помимо замкнутых кривых для формирования модели можно использовать точки и открытые (незамкнутые) кривые.

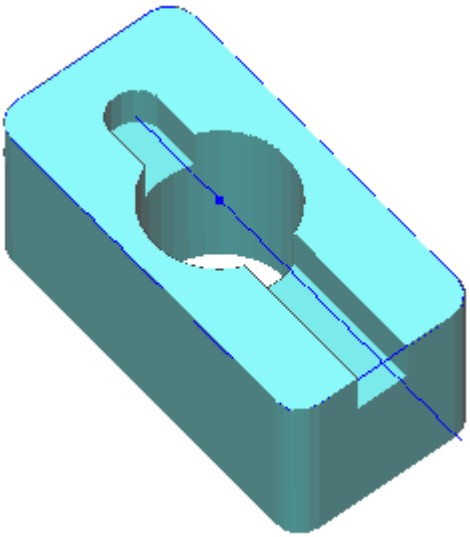
Создать в режиме <2D Геометрия(see page 267)> одну замкнутую кривую, одну незамкнутую и точку, так как изображено на рисунке ниже.



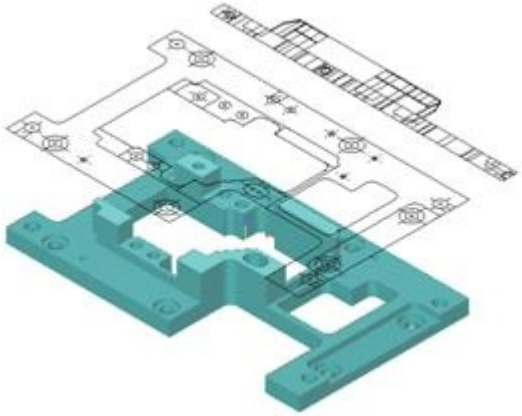
Сформировать список элементов с параметрами указанными в таблице:

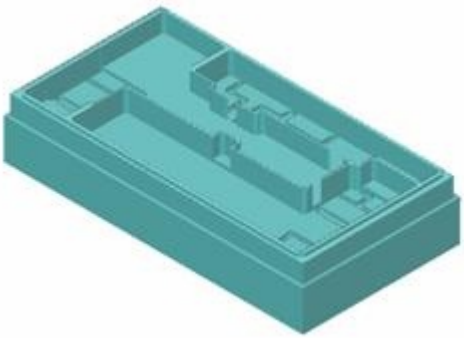
1. Кривая 1	выступ	уровень 0	
2. Точка 1	колодец	уровень -20	дополнительный припуск 8
3. Кривая 2	колодец	уровень -5	дополнительный припуск 3

Результат должен соответствовать рисунку.



Примеры визуальных моделей для 2.5D обработки.





Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.8.6.5 Особенности задания отверстий в послойной черновой операции

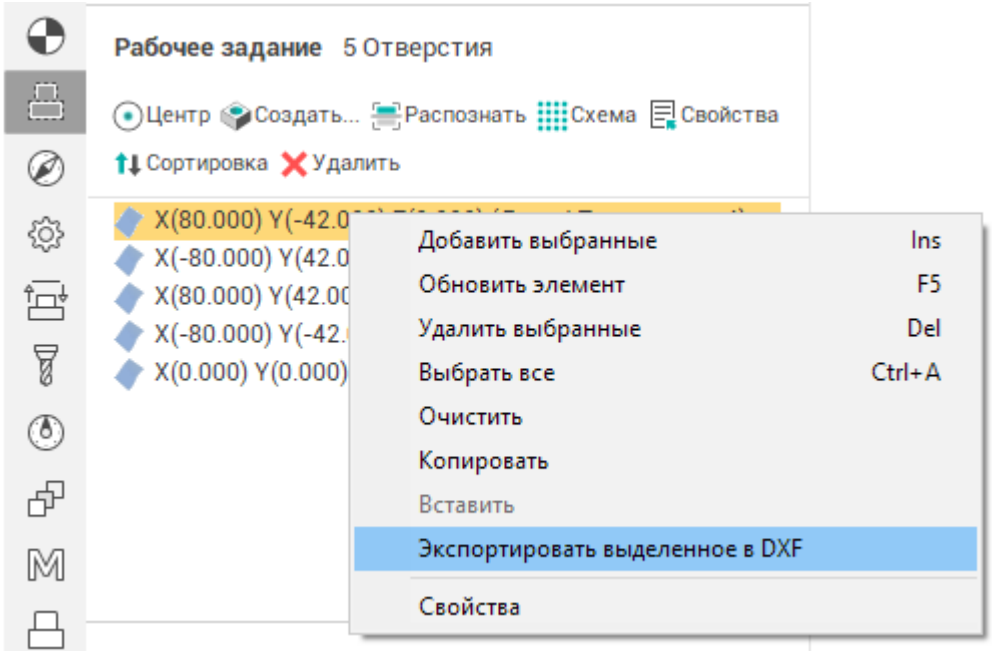
При определении параметров послойной черновой операции(see page 876)послойной черновой операции, операции выборка области (see page 852)и операции обработки отверстий(see page 791) предоставляется возможность задания информации об отверстиях под заход фрезы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

В послойной черновой операции и в операции выборка области список отверстий определяет места, в которых разрешается вертикальное опускание инструмента, за счет предварительно выполненного засверливания. При расчете траектории, если подход к локальной зоне не может быть выполнен снаружи, то производится поиск подходящей точки в списке отверстий. Если подходящее отверстие найдено, то оно используется для вертикального опускания инструмента. Если же подходящее отверстие не найдено, то оно формируется автоматически и добавляется в список.

Для быстрого создания операции обеспечивающей предварительную сверловку под опускание фрезы необходимо при создании операции обработки отверстия в качестве прототипа указать операцию выборки области или черновую послойную операцию. В этом случае все отверстия операции-прототипа будут скопированы во вновь создаваемую операцию. И, наоборот, для обеспечения возможности использования отверстий полученных операцией обработки отверстия для опускания фрезы, эта операция может быть указана прототипом послойной черновой операции или операции выборки области.

Список отверстий может быть экспортирован из операции в файл формата DXF путем выбора точек в списке и выбором пункта <Экспортировать выделенное в DXF> в контекстном меню.

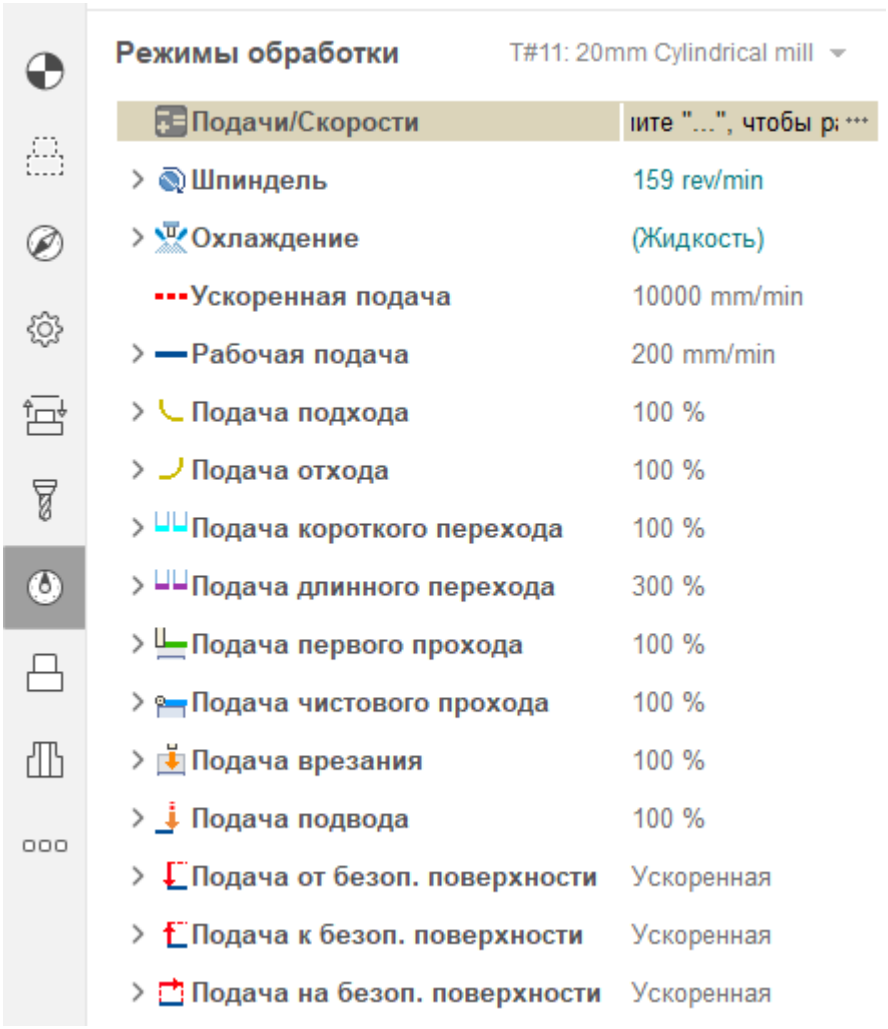


Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.8.6.6 Режимы резания фрезерных операций

Определения режимов резания текущей операции осуществляется на странице <Подача> в окне параметров операции. На странице задаются обороты вращения шпинделя, величина ускоренной подачи и величины подач для различных участков траектории инструмента.



Скорость вращения шпинделя может задаваться либо указанием частоты вращения, либо указанием скорости резания. Определяющая величина выделяется подчеркиванием. Вторая величина пересчитывается исходя из определяющей с учетом диаметра инструмента(see page 1632).

- <Частота вращения>. Задает частоту вращения шпинделя в оборотах в минуту. Параметр пересчитывается при изменении скорости резания или диаметра, если до этого была изменена скорость резания.
- <Скорость резания>. Задает скорость перемещения инструмента по детали в метрах в минуту или футах в минуту, в зависимости от выбранных единиц измерения. Параметр пересчитывается при изменении скорости вращения или диаметра, если до этого была изменена скорость вращения.
- <Диапазон частоты вращения>. Задает используемый диапазон частоты вращения. Используйте этот параметр только для старых станков, имеющих переключатель диапазонов вращения шпинделя.

В окне также устанавливаются подачи для различных участков траектории. В зависимости от типа операции, ее траектория может не содержать участки определенных типов, поэтому количество подач(see page 746) в выпадающем списке может меняться.

- <Ускоренная подача> используется в основном при перемещении на безопасной плоскости(see page 1140) . Участки траектории, выполняемые на ускоренной подаче, изображаются красным цветом. При переключении на ускоренную подачу

© 2025 ООО СПРУТ Технология

формируется команда <RAPID> промежуточного языка CLDATA. Для многих станков величина ускоренной подачи не используется в управляющей программе, но эта величина всегда используется системой для расчета машинного времени.

- <Рабочая подача> определяет подачу, на которой выполняется рабочий ход. Эта величина является основной. Все остальные подачи могут задаваться в процентах относительно рабочей.
- <Подача подхода> определяет подачу, на которой выполняется подход к рабочему ходу.
- <Подача отхода> определяет подачу, на которой выполняется отход от обрабатываемой поверхности.
- <Подача короткого перехода> определяет подачу, на которой выполняется переходы длинной меньше, чем задано в Макс. длина короткого перехода.
- <Подача длинного перехода> определяет подачу, на которой выполняется переходы длинной больше, чем задано в Макс. длина короткого перехода.
- <Подача первого прохода> определяет подачу, с которой будет сниматься первый слой с заготовки. Если заготовка имеет корку, то эта подача должна быть выставлена ниже рабочей.
- <Подача чистового прохода> в черновых операциях определят подачу движения вдоль обрабатываемой поверхности для получения требуемой шероховатости.
- <Подача врезания> в черновых операциях определят подачу врезания в заготовку (спираль, зигзаг...).
- <Подача подвода> определяет подачу, на которой выполняется подвод вдоль оси инструмента к рабочему ходу.
- <**Подача от безопасной поверхности**> определяет подачу, при которой инструмент перемещается от безопасного уровня к уровню подачи подвода. По умолчанию выполняется на ускоренной подаче.
- <**Подача к безопасной поверхности**> определяет подачу, при которой инструмент перемещается от рабочего хода к безопасному уровню. По умолчанию выполняется на ускоренной подач.
- <**Подача на безопасной поверхности**> определяет подачу, при которой инструмент перемещается внутри безопасного уровня. По умолчанию выполняется на ускоренной подаче.
- <Единицы измерения>. Подача может задаваться в миллиметрах в минуту, миллиметрах на один оборот шпинделя или в миллиметрах на зуб. При выборе мм/зуб, минутная подача будет рассчитываться исходя из частоты вращения шпинделя и количества зубьев инструмента. Количество зубьев задается на странице "инструмент(see page 1632)".
- <Охлаждение>. При включенном охлаждении в начале УП формируется команда на включение охлаждения, а по окончании работы формируется команда выключения охлаждения.

Если метка в поле <Постоянная подача> присутствует, то величина подачи задается в соответствующем поле. При этом подача не зависит от направления движения инструмента.

Если присутствует метка в поле <Вычисляемая подача>, то подача вычисляется для каждого перехода. Исходными данными для вычисления подачи являются заданные технологом параметры изменяемой рабочей подачи (подача при движении вертикально вверх, горизонтально, вертикально вниз) и определенный системой угол между направлением перехода и вертикалью.

В системе предусмотрена возможность задания величины подачи в процентах от рабочей подачи. Для этого необходимо установить флажок в поле <% от рабочей подачи>. При этом тип подачи <<Постоянная> / <Вычисляемая>) и <Единицы измерения> будут установлены такими же, как и у рабочей подачи, а все числовые значения будут составлять указанный процент от соответствующих значений рабочей подачи.

Также имеется возможность вызова калькулятора(see page 1140) расчёта скорости и подачи.

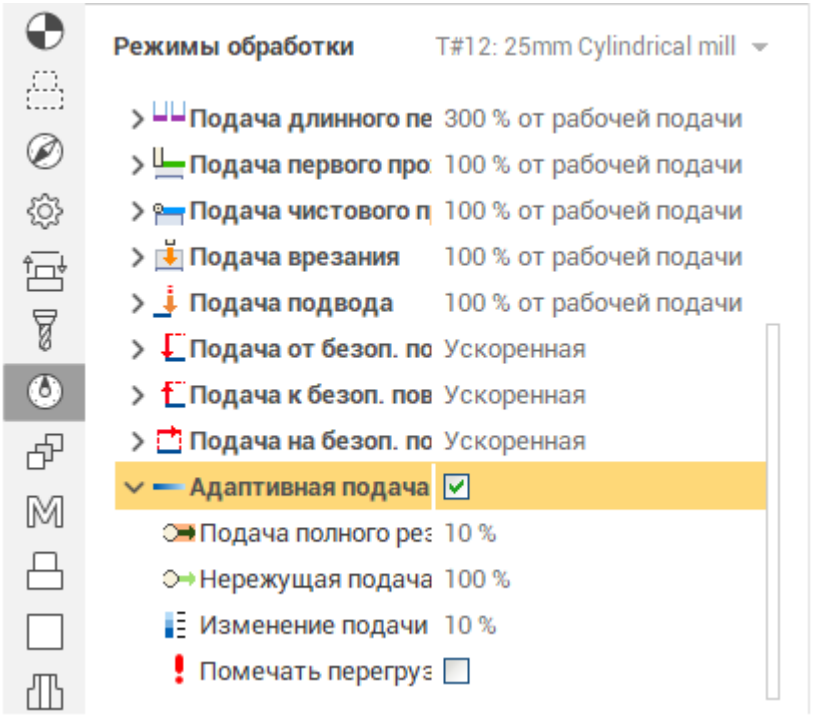
Для операций обработки отверстий задание значений подач имеют особенность(see page 791) связанную с особенностями выполнения станком перемещения на ускоренной подаче не в ортогональной плоскостях.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Адаптивные подачи

Опция адаптивная подача позволяет изменять подачу перемещения инструмента динамически в соответствии с реальной нагрузкой на инструмент (объемом снимаемого материала заготовки).



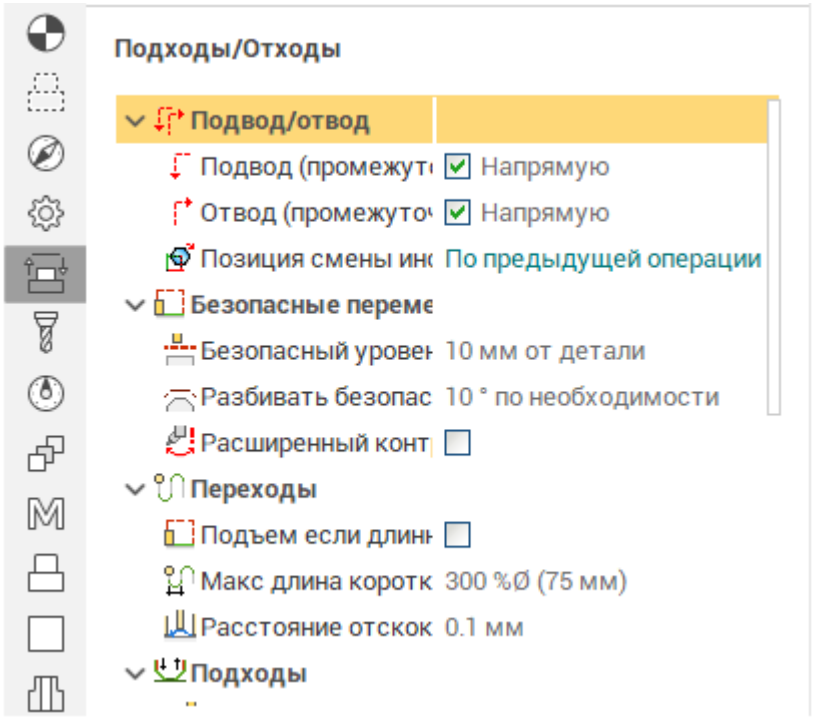
See also:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.8.6.7 Подходы, отходы и врезания фрезерных операций

Большинство параметров, определяющих способы подхода инструмента к началу рабочих ходов, а также отхода из конечной точки рабочих ходов, задаются в окне параметров операции на странице <Подход-Отход>. Она может менять свой вид в зависимости от типа выбранной операции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Подходы и отходы(see page 1144)

Виды врезаний(see page 659)

Составные подходы и отходы(see page 1148)

Управления переходами инструмента между операциями(see page 1153)

Подходы и отходы

Для обеспечения большей гибкости управления началом и окончанием процесса резания в системе предусмотрены специальные схемы подходов и отходов. Под подходом (отходом) понимается последовательность перемещений инструмента к началу (из конца) рабочего хода. Для них могут задаваться подачи, отличные от подач, на которых выполняется рабочий ход. Подходы добавляются в начало каждого рабочего хода, соответственно отходы добавляются в конец каждого рабочего хода. Если в операции используется коррекция на радиус инструмента, то она включается в начале подхода и выключается в начале отхода.

Подход инструмента производится следующим образом:

- Подвод инструмента в точку опускания на высоте безопасной плоскости(see page 1144) операции.
- Вертикальное опускание на ускоренной подаче на безопасный уровень или безопасное расстояние до начала подхода (в зависимости от установок). Безопасный уровень задается координатой Z в текущей системе координат. А безопасное расстояние – расстояние до начала заданного подхода.
- Вертикальное опускание на рабочей подаче до начала заданного подхода.
- Установленный технологом подход на рабочей подаче к обрабатываемой детали.
- Начало рабочего хода.

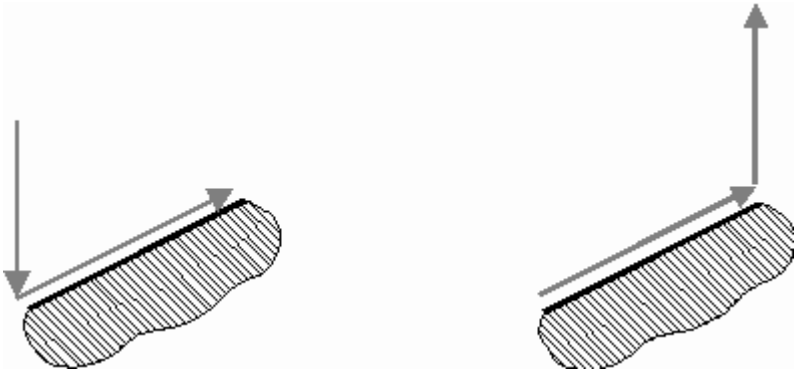
Отход инструмента осуществляется в порядке:

- Конец рабочего хода.
- Отход установленного типа на рабочей подаче.

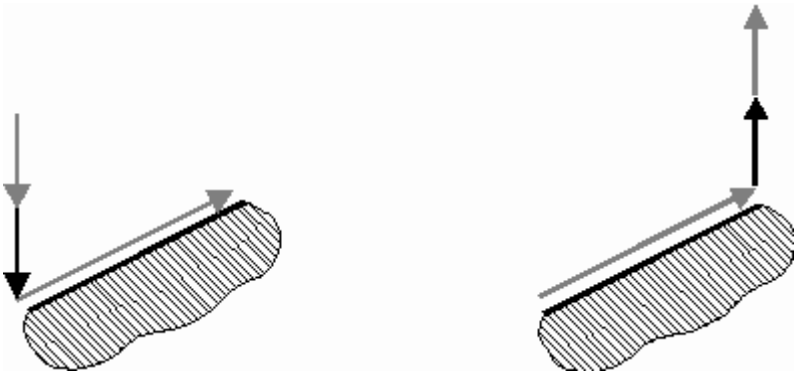
- Вертикальный подъем инструмента до безопасной плоскости на ускоренной подаче.

В системе реализованы следующие режимы подхода и отхода инструмента:

- <Без подхода>. Инструмент перемещается на безопасный уровень или безопасное расстояние, откуда на рабочей подаче переходит к первой точке обработки. Отход – инструмент из последней точки обработки отводится вертикально вверх на ускоренной подаче.



- <Вертикальный>. Подход осуществляется по вертикальной прямой непосредственно в первую точку рабочего хода. Отход – по вертикальной прямой из последней точки рабочего хода.

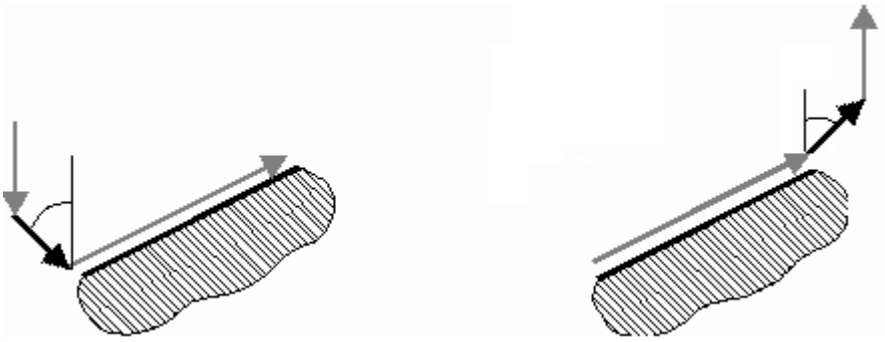


- <Горизонтальный>. Подход осуществляется по горизонтальной прямой непосредственно в первую точку рабочего хода. Отход – по горизонтальной прямой из последней точки рабочего хода.

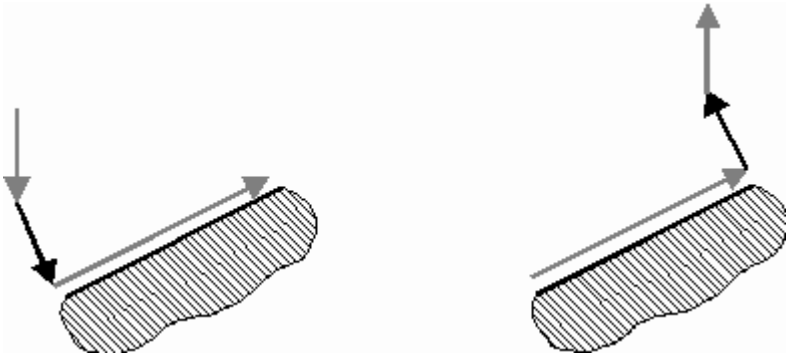


- <Под углом к оси>. Подход осуществляется под углом к вертикальной оси в первую точку рабочего хода. Отход – под углом к вертикальной оси из последней точки рабочего хода.

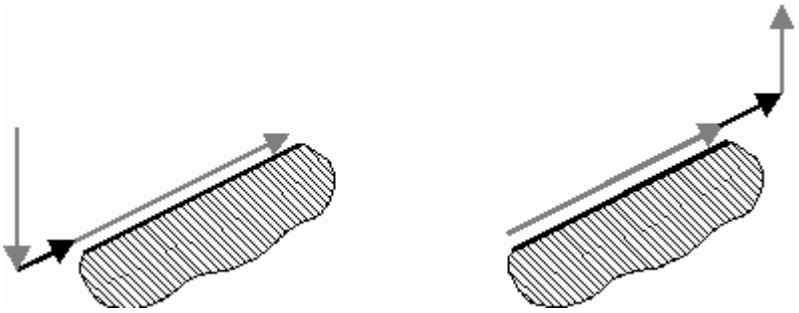
© 2025 ООО СПРУТ Технология



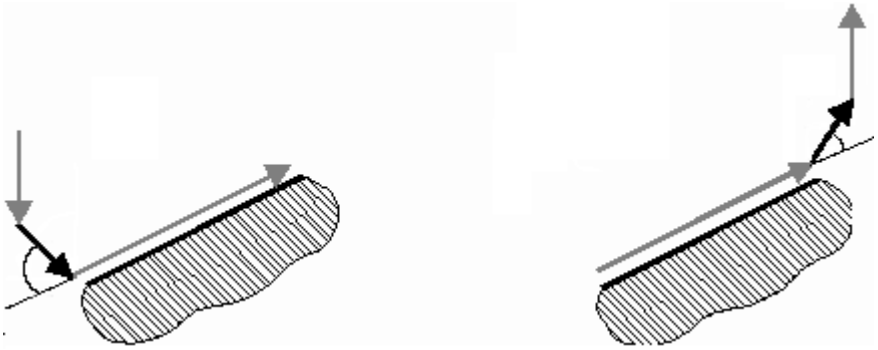
- <По нормали>. Подход осуществляется по нормали к поверхности в первой точке рабочего хода, отход – в последней.



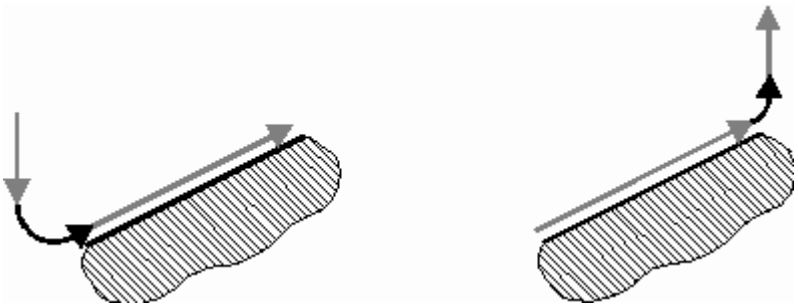
- <По касательной>. Подход производится по касательной к кривой рабочего хода инструмента в ее первой точке, а отход – в последней.



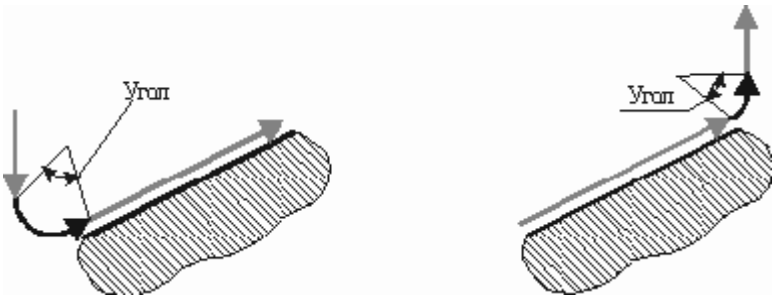
- <Под углом к касательной>. Подход производится под углом к касательной к кривой рабочего хода инструмента в ее первой точке, а отход – под углом к касательной к кривой рабочего хода инструмента в последней.



- <По дуге>. К первой точке кривой рабочего хода инструмента добавляется дуга окружности заданного радиуса, лежащая в вертикальной плоскости, и имеющая общую касательную с кривой рабочего хода в точке стыковки. Угол дуги вычисляется таким образом, чтобы касательная на втором конце дуги была вертикальна. Опускание инструмента производится к вертикальному концу дуги, затем подход по дуге и рабочий ход. Отход осуществляется аналогичным образом.



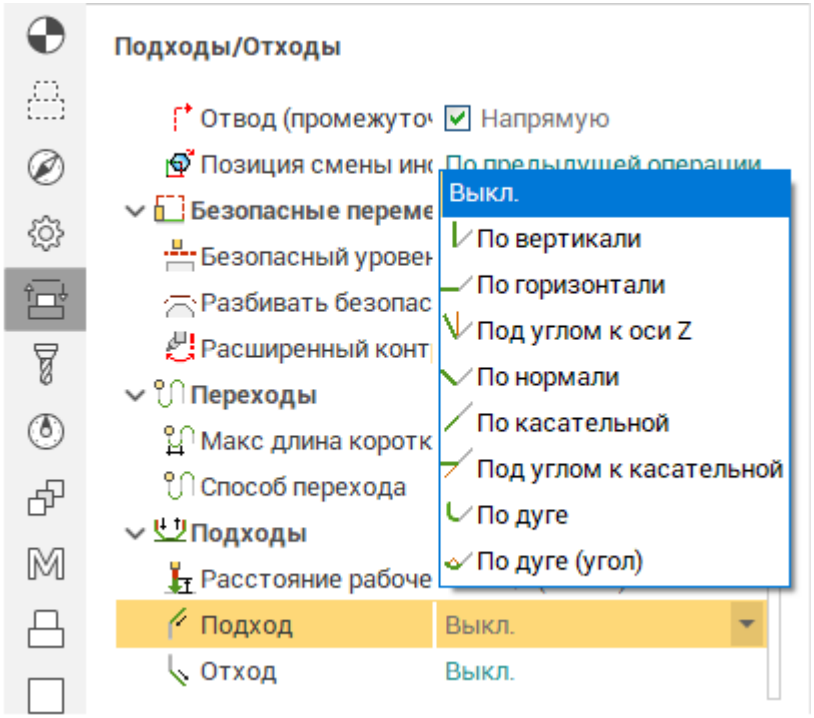
- <По дуге (углу)>. Алгоритм подхода и отхода похож на описанный в предыдущем абзаце, с той лишь разницей, что используется дуга с фиксированным углом.



Задание геометрических параметров подходов производится на странице <Подход-Отход>.

Его открытие осуществляется нажатием кнопки <Параметры>. На схематических рисунках красным цветом обозначена траектория инструмента на ускоренной подаче, зеленым – на рабочей подаче. Переключателями типа подхода и отхода устанавливается тип подхода и отхода инструмента для операции. В соответствии с типом подхода/отхода изменяются пояснительные рисунки и поля для установки параметров подхода/отхода. Величины ходов могут быть заданы либо в текущих единицах измерения системы (мм или дюймы), либо в процентах от диаметра инструмента. Способ задания величин переключается кнопочкой рядом с полем ввода.

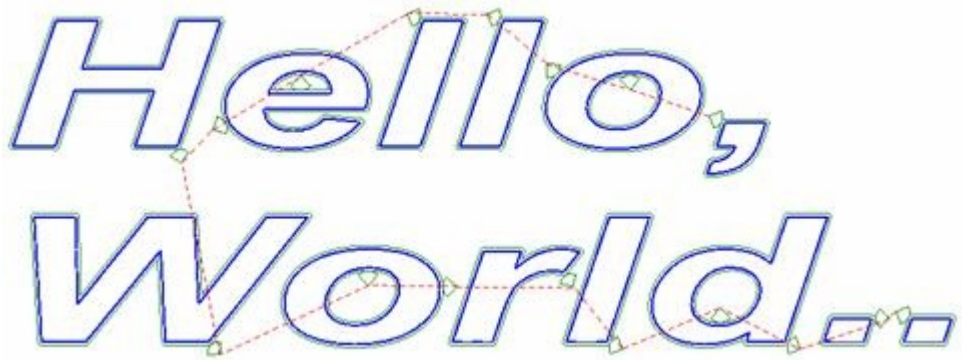
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Быстрый щелчек левой кнопкой мыши на кнопке переключает способ задания на следующий сразу. Если задержать на половину секунды опускание кнопки в момент нажатия, то появляется контекстное меню, в котором можно выбрать желаемый способ задания величины.

Переключателем <Безопасный уровень / Безопасное расстояние> устанавливается, каким способом будет задана координата Z, при которой происходит переключение с ускоренной на рабочую подачу. Безопасный уровень задается координатой Z в текущей системе координат. Безопасное расстояние задается высотой относительно начальной точки подхода, установленного типа.

При обработке 2D кривых осуществляется автоматический выбор точки подхода. Если точка подхода не указана, то подход осуществляется к внешнему углу или самому длинному отрезку как показано на рисунке.



Составные подходы и отходы

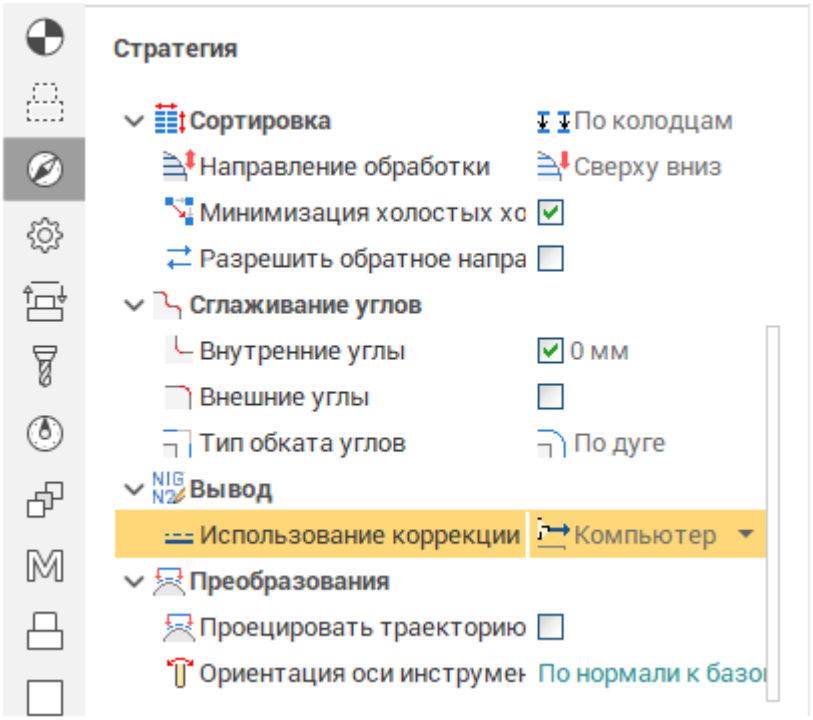
Подход формируется в плоскости обрабатываемого контура. Подход представляет собой часть траектории обработки пристраиваемую к начальной точке обрабатываемого контура. Он может состоять из трех участков – участка включения коррекции,

непосредственно участка самого подхода, а так же участка представляющего собой пристройку к обрабатываемому контуру. Оперируя этими тремя способами можно получить наиболее оптимальную траекторию подхода в каждом конкретном случае. Последовательность участков неизменна, любые из этих элементов можно не включать в траекторию.

Участок включения и выключения коррекции на радиус инструмента.

Включение и выключение коррекции(see page 768) производится только на линейных перемещениях инструмента. Он может производиться по касательной и по нормали к следующему участку траектории, либо из произвольно заданной точки. Непосредственно за участком включения коррекции может находиться участок подхода, либо участок удлинения контура, либо сам контур в зависимости от конкретных условий и решений, принятых технологом. Участку включения коррекции соответствует кадр линейного перемещения в УП, в котором, помимо информации о перемещении, имеются функции G41 или G42 и номер корректора, как правило, D или H в соответствии с требованиями конкретного УЧПУ. Задание этого участка в CAM системе производится в окне Параметров операции на странице Подход-Отход. В поле "Ход включения коррекции" выбирается способ присоединения участка включения коррекции к следующему участку траектории, а в поле "Расстояние" задается длина этого участка. В выпадающем списке "Использовать" выбирается в каких случаях необходимо добавлять участок включения коррекции. Возможны следующие варианты.

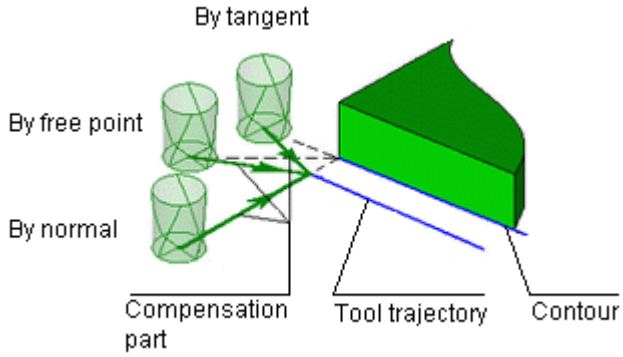
- Если включена компенсация. Ход включения коррекции пристраивается к траектории только если включено использование коррекции на радиус инструмента. Коррекция может быть включена или выключена для операции в целом на странице "Подход-Отход" соответствующим переключателем(see page 1148). Чтобы коррекция включилась также должен быть установлен переключатель использования коррекции для конкретного контура в окне рабочего задания(see page 511).
- Никогда. Ход включения коррекции не будет строиться.
- Всегда. Ход включения коррекции будет добавляться всегда, даже если коррекция на радиус инструмента выключена.



Участок включения коррекции формируется системой управления станка, устаревшие стойки формируют простое линейное перемещение, более современные УЧПУ могут формировать траекторию с учетом контроля столкновения фрезы с заготовкой.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

На рисунке показаны способы формирования участков включения коррекции примыкающих непосредственно к контуру обработки детали, т.е. участки подхода и удлинения контура в этом случае не были активизированы. Пунктиром показаны способы перемещения: по касательной, из произвольной точки, перпендикулярно к контуру. Линии со стрелками это пути перемещения инструмента с учетом отработки величины коррекции установленной оператором станка в корректоре текущего инструмента.



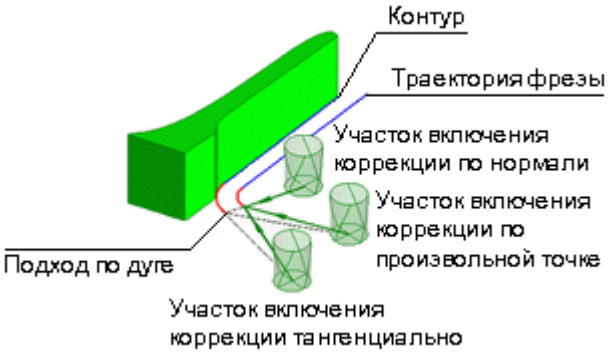
Различные стойки ЧПУ могут отрабатывать ходы включения и выключения коррекции по разному.

Подход

На этом участке, как правило, происходит соприкосновение инструмента с материалом заготовки, поэтому система предлагает использовать все известные на сегодня способы врезания инструмента в материал, а именно тангенциально, по нормали, по дуге, под произвольно заданным углом. Следующим вслед за участком подхода может находиться участок удлинения контура, либо сам контур в зависимости от конкретных условий и решений, принятых технологом. Если подходу предшествовал участок включения коррекции, тогда подход отрабатывается станком с учетом величины коррекции. Соответственно если участок включения коррекции не был включен, перемещение инструмента будет осуществляться непосредственно по кривой подхода центром фрезы.

Подход задается в окне параметров операции на странице <Подход-Отход>. В поле <Тип подхода> выбирается способ подхода: <По дуге>, <По нормали>, <По касательной>. В полях поясняющего рисунка устанавливаются требуемые геометрические параметры траектории подхода.

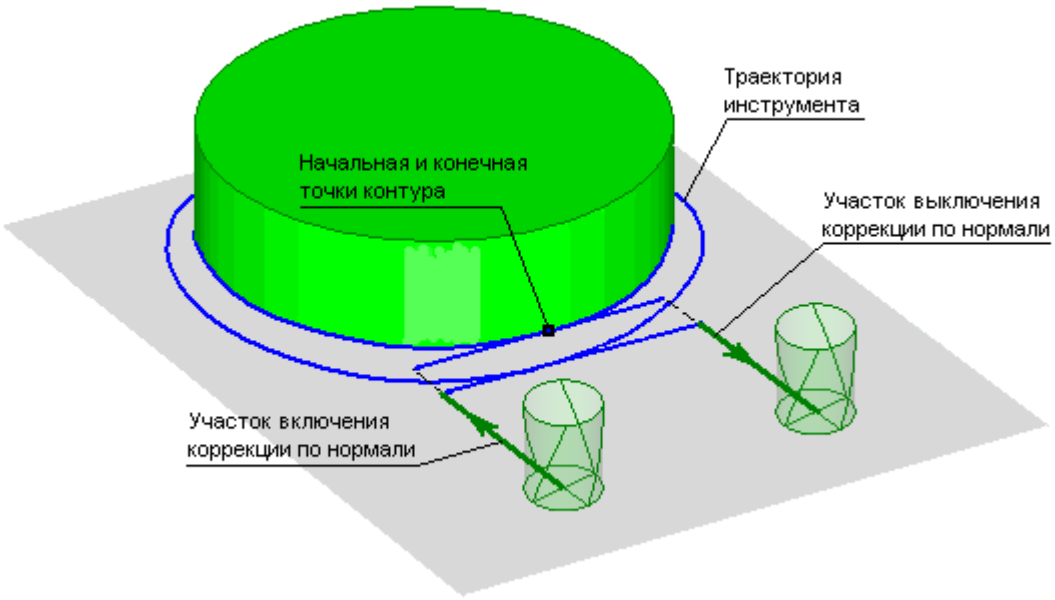
На рисунке показан подход по дуге примыкающий к контуру обработки детали. Фактически участок подхода это часть контура обработки. Вопрос включения или не включения этого участка в общую конструкцию подвода инструмента к детали решается технологом ЧПУ в зависимости от конкретных условий и требований к обрабатываемой детали.



Участок удлинения контура (недоход и перебег)

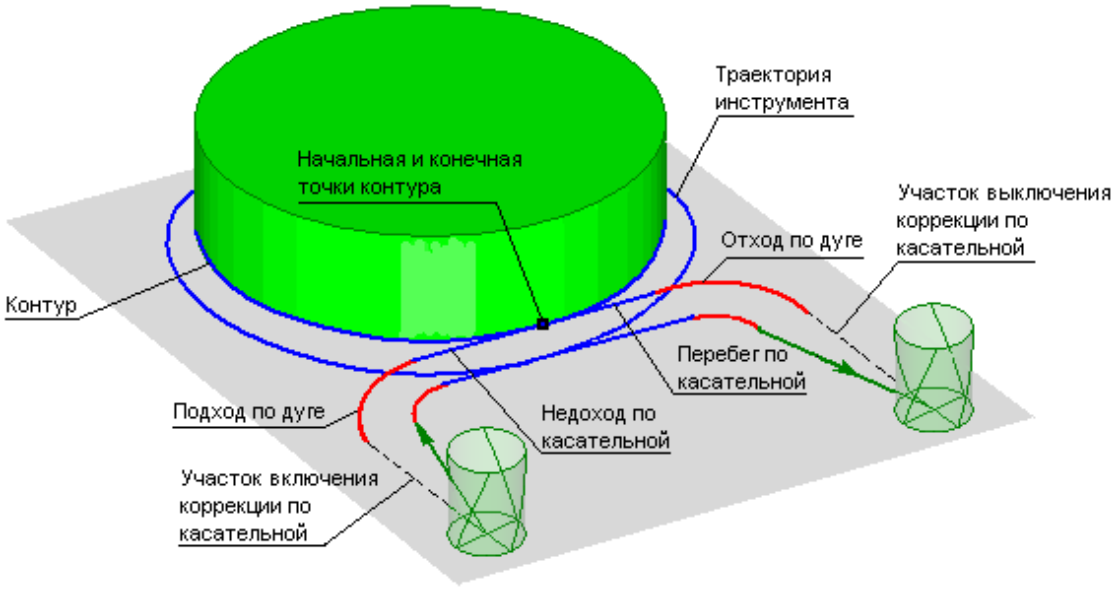
Зачастую возникает необходимость удлинить контур либо в начале, либо в конце, либо и там и там. С этой целью в CAM системе используется дополнительный участок контура. Этот участок называют подступ, если его добавляют в начале контура и перебег если в конце. Как правило, используется при обработке вдоль замкнутых контуров, когда начальная и конечная точки контура совпадают. Обычно в этом случае остается след от фрезы из за неравномерного объема снимаемого материала в момент врезания, а так же эффекта отжима фрезы.

Этот участок траектории можно формировать двумя способами – по касательной к начальной и конечной точкам или вдоль кривой. При использовании режима <По касательной> необходимо иметь в виду, что в некоторых случаях касательная может быть направлена внутрь детали, и принять необходимые меры для предотвращения зареза детали. Участки недохода и перебега задаются в окне параметров операции на странице <Подход-Отход>. В поле <Тип подхода> выбирается способ подхода: <По дуге>, <По нормали>, <По касательной>.

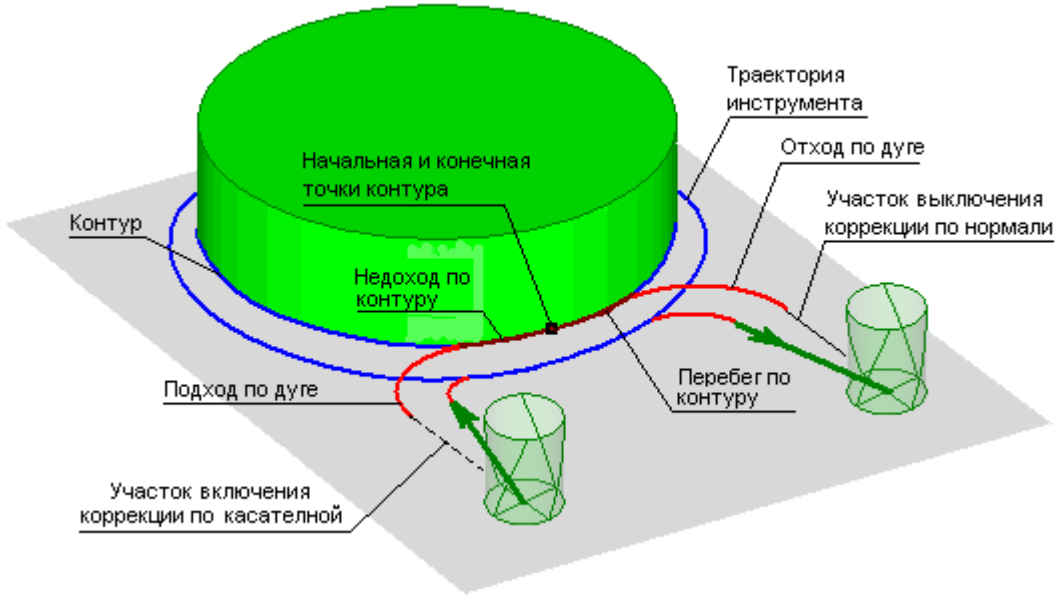


На рисунке изображена ситуация когда недоход и перебег заданы способом <По касательной>, причем подход и отход к контуру не включены т.е. имеется участок включения коррекции по нормали к недоходу, и участок выключения коррекции также по нормали к перебегу.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



На рисунке изображена та же ситуация только с включенными участками подхода и отхода по дуге.



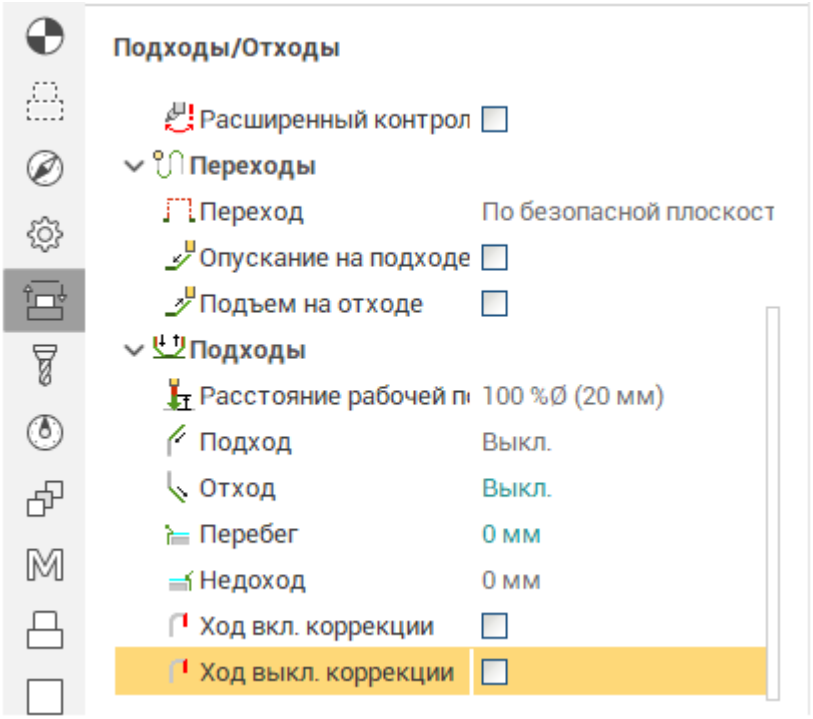
На рисунке показан способ удлинения вдоль контура – участки <Недоход по контуру>, <Перебег по контуру>.

Включение коррекции на радиус инструмента.

На странице Подход-Отход можно включить, либо отключить использование коррекции на радиус инструмента(see page 768). В зависимости от типа операции панель включения коррекции может менять свой вид.

Панель включения коррекции в операциях обработки контура имеет переключатель, который позволяет задать всего два возможных варианта: коррекция включена и коррекция выключена. Если коррекция включена, то становится доступным поле ввода, в котором можно задать величину коррекции на радиус. Данное значение не влияет на

расчет траектории и на координаты, выводимые в управляющую программу. Оно лишь задает значение, которое используется в режиме моделирования для эмуляции поведения стойки ЧПУ станка. Стойка ЧПУ, при включении коррекции, смещает инструмент от запрограммированной траектории на величину, заданную в корректоре на радиус инструмента. Радиус коррекции может быть задан либо в текущих единицах измерения системы (мм или дюймы), либо в процентах от диаметра инструмента.



Панель включения коррекции в послойных и некоторых других операциях имеет выпадающий список, который содержит несколько возможных режимов использования коррекции(see page 768). В зависимости от выбранного режима радиус коррекции автоматически принимает либо нулевое значение, либо значение равное радиусу инструмента.

Сопутствующие ссылки:

Подходы, отходы и врезания фрезерных операций(see page 1143)

Коррекция на радиус инструмента(see page 768)

Управление переходами инструмента между операциями

CAM система автоматически формирует перемещение инструмента из точки смены инструмента, между операциями и возврат в точку смены инструмента. При этом используются начальные и конечные точки операции и точка смены инструмента заданная в станке.

При необходимости управления траекторией перемещения инструмента на этих участках в операциях есть возможность для задания координат правил подвода и отвода(see page 585) для операции.

При необходимости выполнить смену инструмента в точке, отличной от точки смены инструмента станка, необходимо задать координату точки смены инструмента в операции.

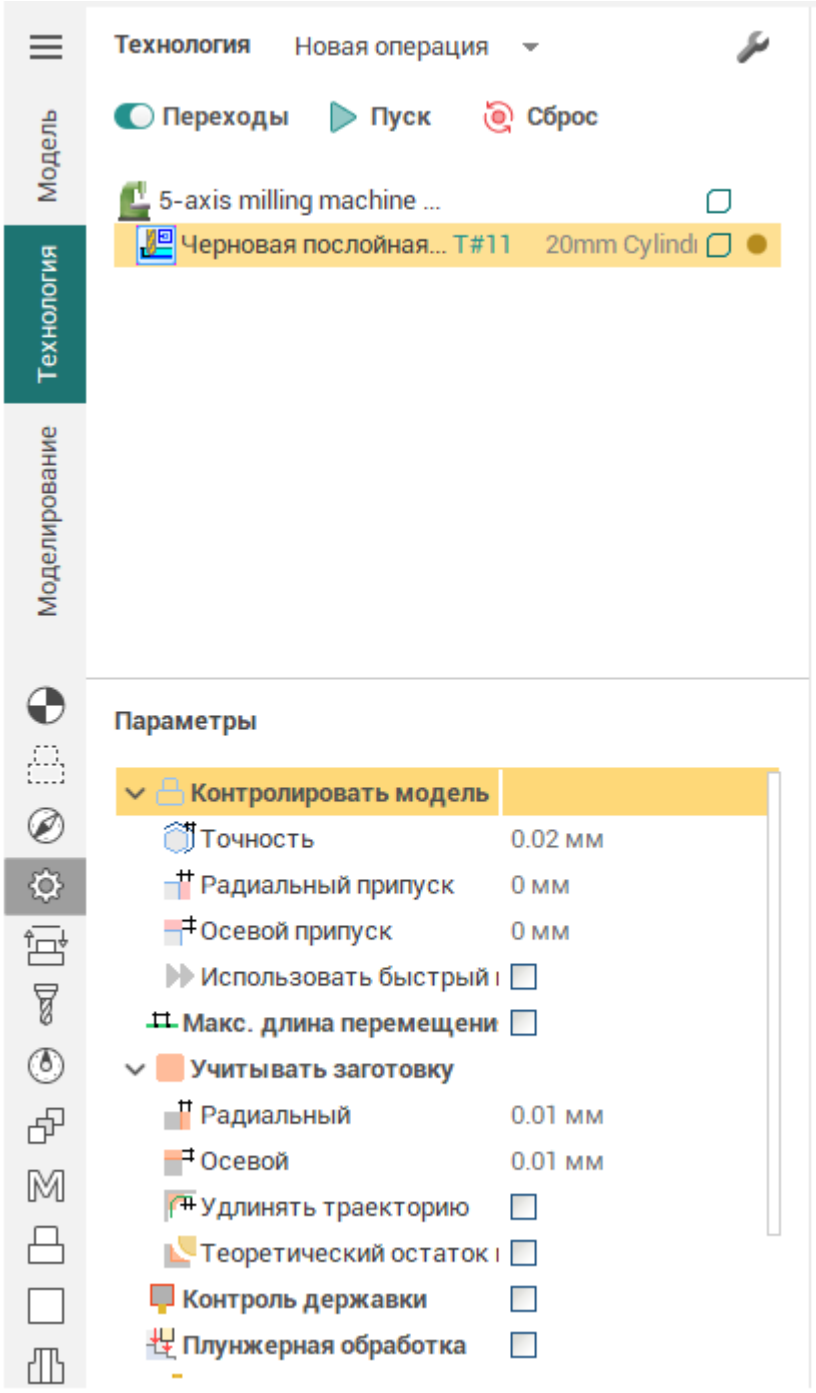
Сопутствующие ссылки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Правила подвода и отвода(see page 585)

5.8.6.8 Задание параметров фрезерной операции

Основные параметры текущей операции задаются на странице < Параметры > в окне < Параметры операции >.



Ее открытие осуществляется нажатием кнопки < Параметры > в главном окне в режиме технологии(see page 411) .

Это окно имеет несколько закладок:

- < Инструмент > открывает страницу настроек параметров инструмента текущей операции.

- < Режимы > открывает страницу управления подачами на разных этапах движения инструмента. Если в конфигурацию системы включен модуль расчета режимов резания, то доступ к его функциям осуществляется из окна управления подачами.
- < Подход-Отход > открывает страницу задания типов подхода, отхода и врезания к следующему слою.
- < Параметры > открывает страницу редактирования точности обработки, припуска, верхнего и нижнего уровней обработки, безопасной плоскости, а также других параметров, отсчитываемых по вертикальной оси.
- < Стратегия > открывает страницу определения стратегии обработки. В окне сосредоточены основные отличительные параметры для операций различных типов

Поясняющий рисунок и набор параметров соответствуют установленному типу операции. В зависимости от типа текущей операции количество параметров может меняться. Во все поля, предназначенные для ввода числового значения, может быть введено любое математическое выражение. Для просмотра результата расчета выражения необходимо подвести мышь к указанному полю, результат будет отображен во всплывающей подсказке. На странице < Параметры > определяются следующие параметры:

- < Положение поворотных осей(see page 494) > задается в том случае, если на станке имеется поворотные оси. В этом случае в начале каждой операции в промежуточный язык CLDATA выдается команда < MultiGoto > для позиционирования поворотных осей. При использовании поворотных осей их положение может быть синхронизировано с системой координат операции.
- < Система координат операции(see page 488) > определяет систему координат в которой будут выводиться все координаты управляющей программы. Указание системы координат отличной от системы координат заготовки приводит в выводу в промежуточный язык CLDATA команды < Origin >. При создании операции ее система координат совпадает с системой координат заготовки.
- < Уровни обработки(see page 1154) **Уровни обработки** > определяют обрабатываемый диапазон по координате Z. Если напротив поля, определяющего уровень обработки, стоит галочка, то соответствующий уровень берется из поля. В противном случае уровень обработки определяется габаритами обрабатываемой модели.
- <Безопасная плоскость(see page 1154) Безопасная плоскость >задает уровень, на котором допустимы ускоренные перемещения режущего инструмента.
- < Отклонения(see page 748) > определяют максимальное отклонение аппроксимированной траектории инструмента от идеальной. По умолчанию точность обработки операции определяется исходя из системных установок (страница < Технология >)
- < Припуск(see page 749) > – слой материала, который остается после операции для дальнейшей доработки. По умолчанию для чистовых операций припуск устанавливается равным 0, для черновых – вычисляется по заложенным алгоритмам.
- < Припуск по Z > – определяется только для гравировальной операции(see page 848) и операции выборки области.
- < Боковой угол > – доступен только в гравировальных операциях(see page 848) и определяет боковую поверхность модели. В отличие от угла отступа, этот параметр не учитывается при обработке запрещенных зон.
- < Шаг по Z > доступен во всех черновых операциях(see page 711) и в чистовой послойной операции(see page 899)чистовой послойной операции и соответствует толщине слоя материала, снимаемого за один проход. По умолчанию определяется системой исходя из параметров инструмента операции и габаритов заготовки. Шаг может задаваться в миллиметрах, в процентах от диаметра инструмента или вычисляться с учетом требуемого количества проходов. При задании шага по гребешку, он рассчитывается на каждом слое из условия обеспечения требуемой высоты гребешка.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

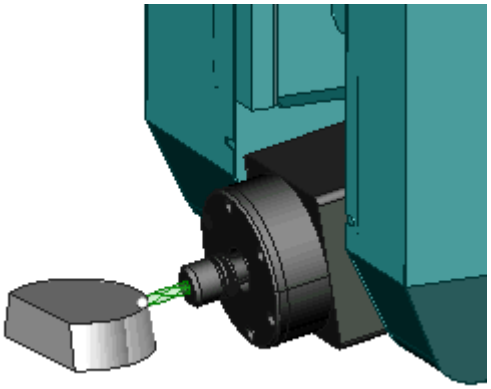
- < Учет горизонтальных плоскостей(see page 1154) Учет горизонтальных плоскостей >. При включении этой функции производятся дополнительные проходы на тех уровнях, где имеются горизонтальные плоскости.
- < Угол отступа > доступен только в черновой послойной операции(see page 876)черновой послойной операции и гравировальных операциях(see page 848). Он определяет минимальный отступ по горизонтали между обрабатываемыми слоями. Применяется для исключения касания цилиндрической частью инструмента большого слоя материала.
- < Чистовой проход с приращением по оси Z > для операций обработки 2D(see page 823) и 3D кривых(see page 860)3D кривых. Он определяет величину дополнительного припуска для чистового прохода, что позволяет повысить качество обработанной поверхности и уменьшить отжим инструмента.

При нажатии на кнопку < По умолчанию > во всех полях устанавливаются значения по умолчанию. При закрытии окна кнопкой < Да >, изменения вносятся в операцию, в противном случае параметры операции не изменяются.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.8.6.9 Расширенный контроль пределов осей



Эта опция поддерживается в следующих операциях:

- 5D контур
- Ротационная обработка
- Морф
- 5ти осевая по поверхностям.

Функция улучшает качество непрерывной 5ти осевой обработки за счет дополнительного анализа кинематических ограничений станка.

Например, рассмотрим в 5ти осевой станок, с осями A и C, которые поворачивают шпиндель. Ось A меняется в диапазоне -90..90 градусов. При A=0 инструмент смотрит строго вниз.

Ось C меняется в диапазоне -220..220 градусов. Это классические ограничения для станка подобной конструкции. Если требуется выполнить рабочий ход наклоненным инструментом, который требует поворота оси C на 200 градусов, то такой ход может быть выполнен как при A>0, так и при A<0. При включенной опции "расширенный контроль пределов осей", будет выбрано такое значение оси A, при котором перемещения оси C хватит для обработки хода целиком.

Опция устраняет также сложности другого рода. На описанном станке вертикальное положение инструмента может быть обеспечено при A=0 и любом положении оси C. Такая позиция называется сингулярностью, поскольку не позволяет вычислить положение оси C. Включенная опция позволяет корректно выполнять рабочие ходы с сингулярностями.

Сопутствующие ссылки:

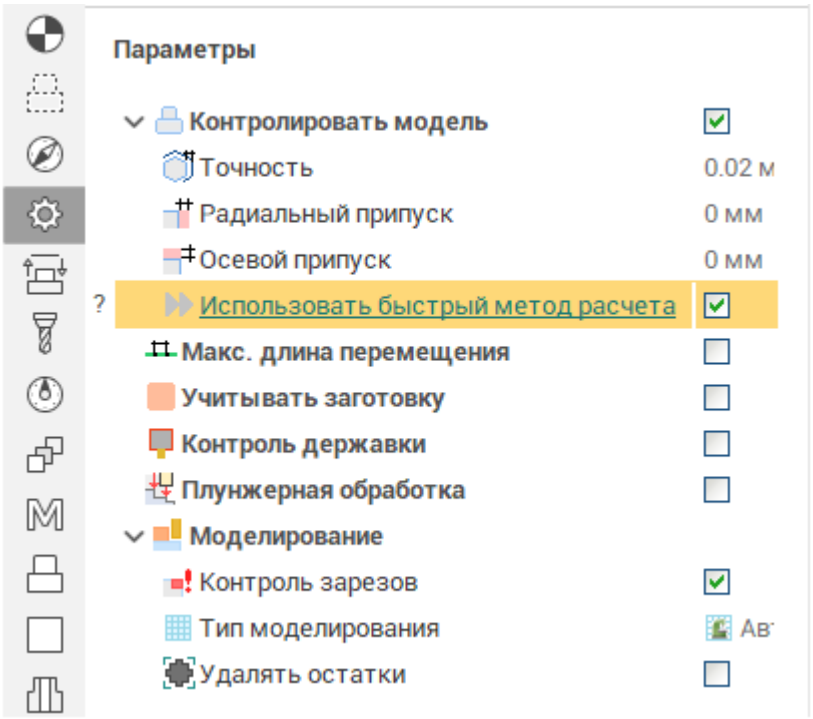
Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.8.6.10 Дополнительные параметры фрезерных операций

Смотри вложенные страницы

Быстрый метод расчета

Опция <Использовать быстрый метод расчета> доступна для большинства фрезерных операций.



При включении данной опции время расчета операции на больших деталях может сокращаться в десятки раз.

Быстрые методы расчета траектории используют в качестве исходной информации триангулированные поверхности детали. Ввиду этого, точность рассчитанной траектории может быть ниже, чем при использовании традиционных точных методов, работающих напрямую с математическими поверхностями. Кроме того, при интерполяции траектории дугами традиционные методы расчета дают лучший результат с меньшим количеством кадров в результирующей траектории. Еще одной важной особенностью быстрых методов расчета является то, что на качество результирующей траектории существенно влияет параметр <Отклонение>. Этот параметр определяет погрешность, с которой осуществляется триангуляция поверхностей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Приведенные выше ограничения быстрых методов расчета присущи сегодня большинству CAM-систем вне зависимости от их стоимости. В отличие от них, СПРУТКАМ предоставляет пользователю альтернативу выбора между качеством точных методов и скоростью приближенных методов расчета.

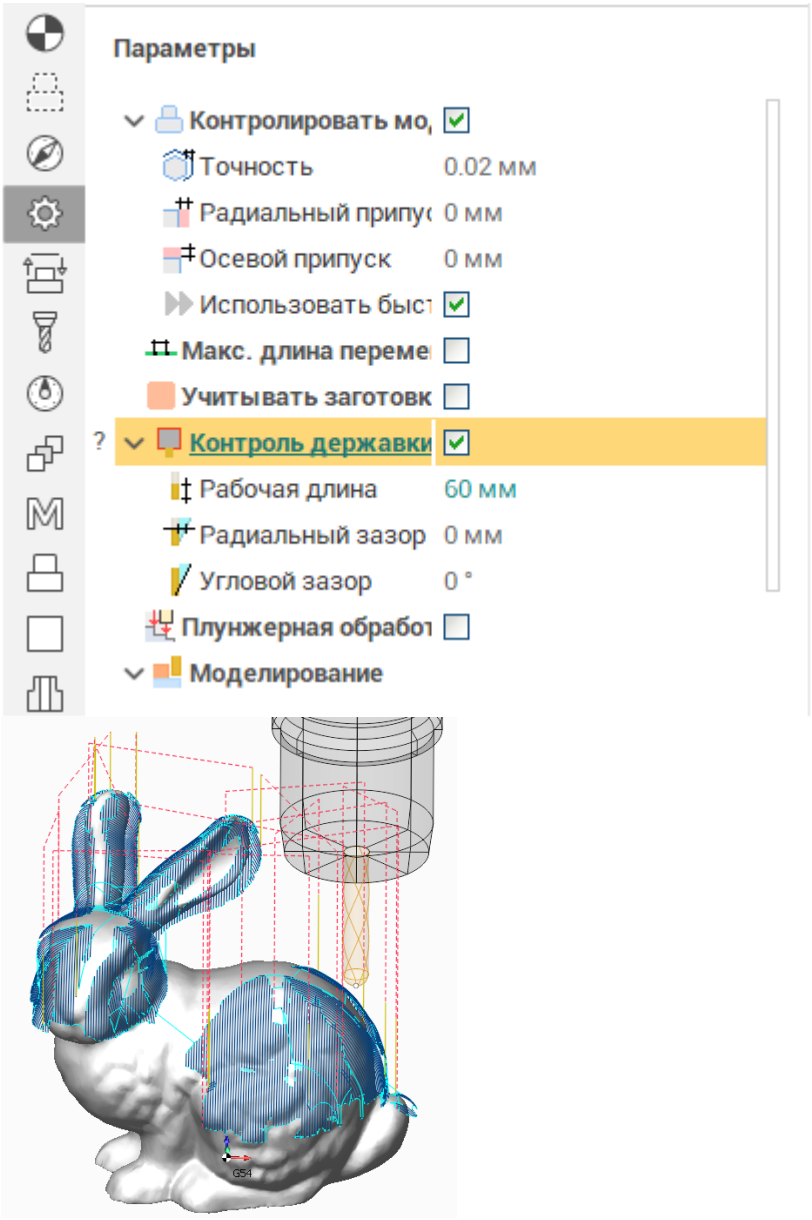
Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

5.8.6.11 Контроль державки в 3D операциях

Данная опция позволяет рассчитать траектории с учетом державки в классических фрезерных операциях 3д обработки: Построчная, Послойная, Управляемая. Возможен контроль столкновений державки как с деталью, так и с заготовкой. Можно задать дополнительный осевой и радиальный припуск.

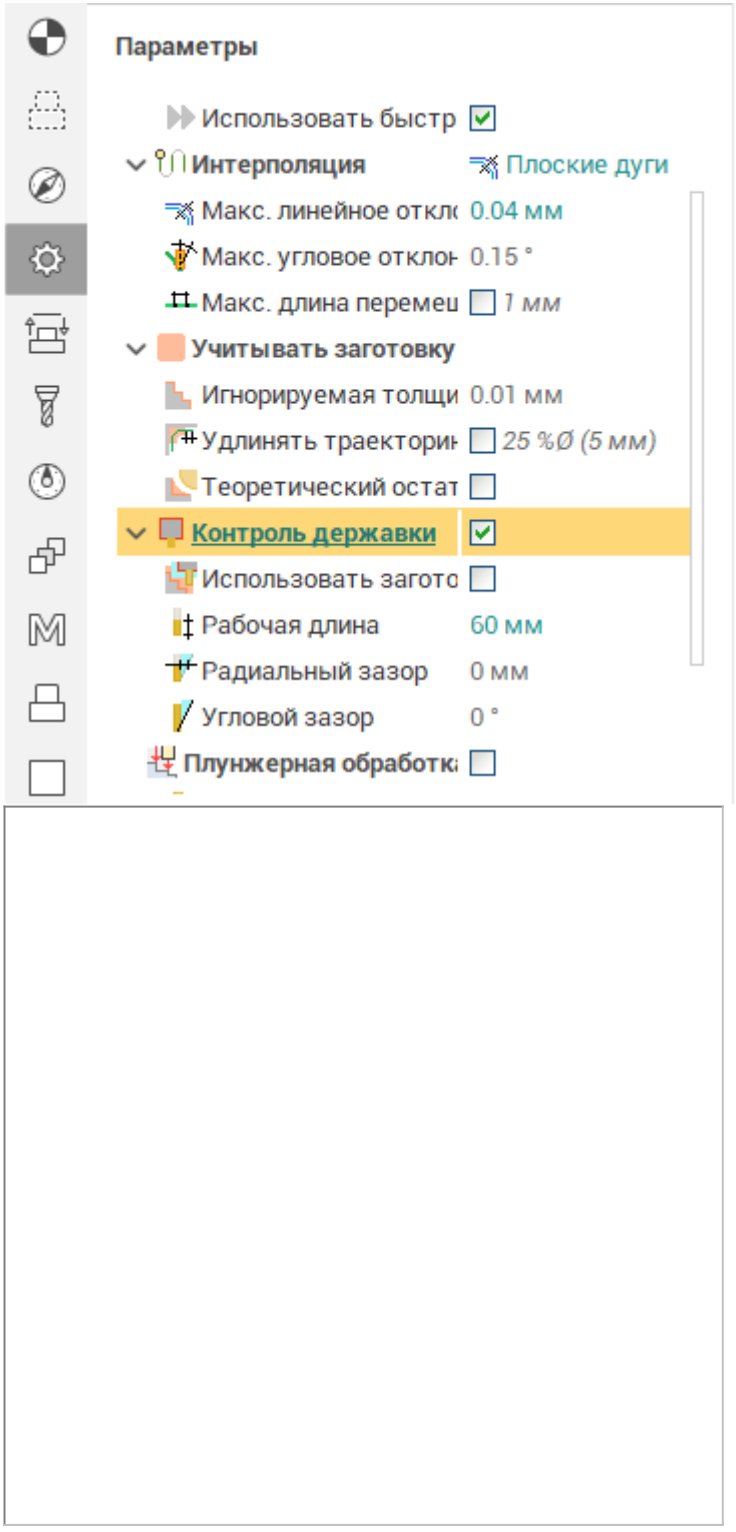
Опция упрощает обработку детали с нескольких сторон (3+2). Идеальна для фрезерования скульптур и статуй.



5.8.6.12 Контроль державки в черновой послойной

Данная опция позволяет рассчитывать траекторию с избежанием столкновений холдера инструмента с заготовкой в операции Черновая послойная. При этом модель заготовки используется не изначальная, которая была на момент начала расчета операции, а заготовка обновляется динамически в ходе расчета с учетом обработки на верхних слоях. Опция существенно упрощает проектирование обработки с нескольких сторон (3+2). Идеальна для фрезерования скульптур и статуй.

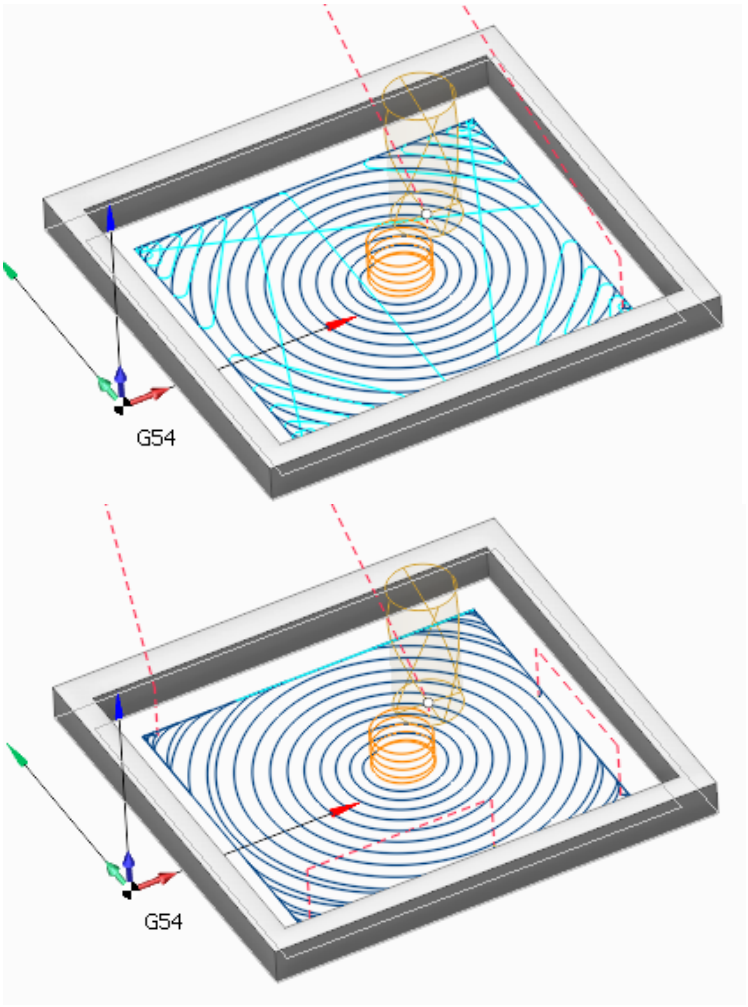
© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.8.7 Адаптивная стратегия выборки

Высокопроизводительная стратегия используется для удаления материала на высокой подаче с использованием максимально возможной для инструмента глубины фрезерования при небольшом шаге выборки (5%-30%). Такие параметры достигаются благодаря тому, что в стратегии гарантируется непревышение заданной ширины реза.

Материал удаляется "по спирали". В траектории отсутствуют острые углы. Гладкость траектории контролируется отдельными параметрами для радиусов скругления на черновых ходах, чистовом проходе и переходах. Холостые перемещения по возможности осуществляются в рабочей плоскости с небольшим дополнительным зазором, что способствует охлаждению инструмента. Врезания в заготовку производятся с использование щадящей для инструмента техники вкатывания (англ. Roll-In Technique). Возможно выполнять как только попутную обработку, так и смешанную (попутно-встречную). При этом можно отдельно задать шаг выборки и подачу для встречного фрезерования.

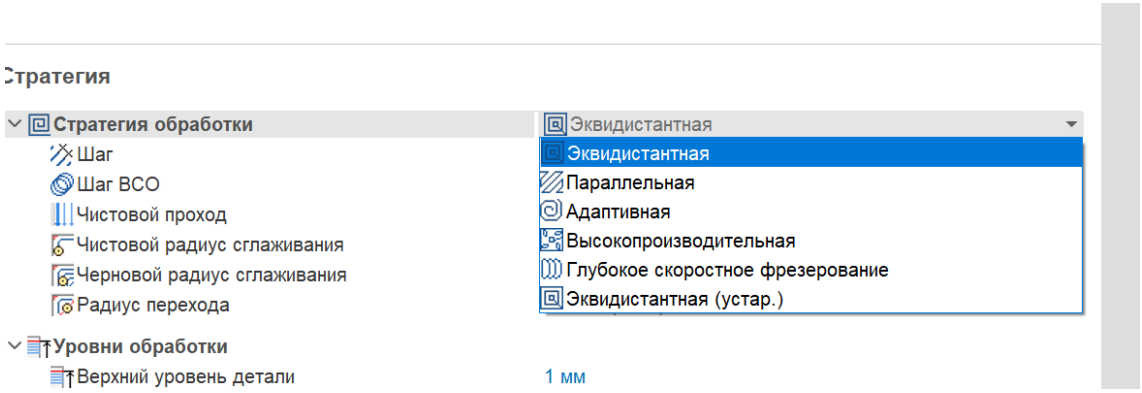


Стратегия доступна в следующих операциях:

- Черновая послойная(see page 876)
- Выборка(see page 852)
- 2.5D выборка(see page 1590)
- Обработка горизонтальных участков(see page 863)

Стратегия включается выбором соответствующей опции в выпадающем списке Стратегия обработки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

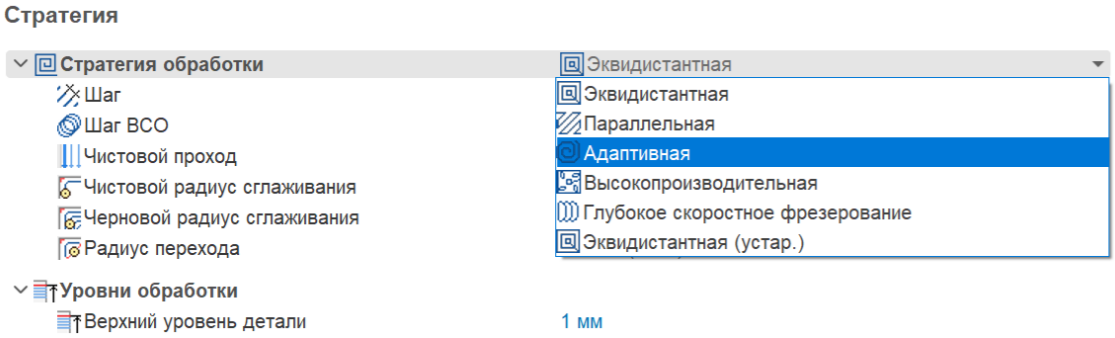


5.8.8 Стратегии выборки

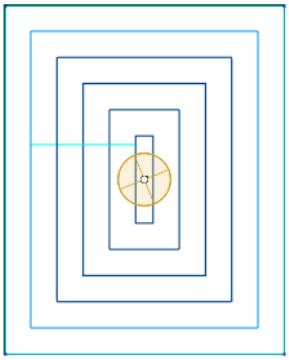
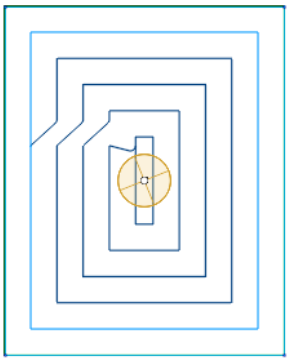
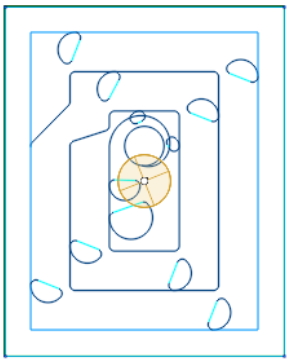
Стратегии выборки предназначены для эффективного удаления материала заготовки из открытых и закрытых карманов.

Эти стратегии доступны в следующих операциях:

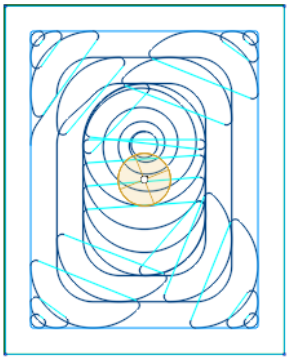
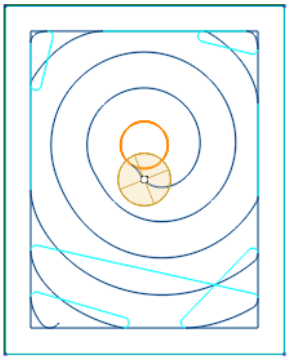
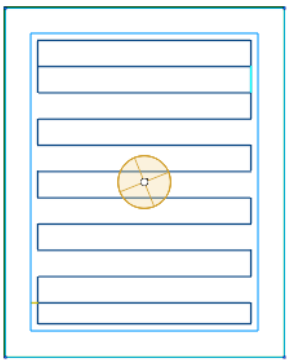
- Черновая послойная(see page 876)
- Выборка(see page 852)
- Выборка 2.5D(see page 1162)
- Обработка горизонтальных участков(see page 1589)



Имеется 6 стратегий выборки. Некоторые из них опциональные и требуют дополнительного лицензирования. Такое большое количество стратегий есть результат длительной разработки разными программистами. Каждая стратегия имеет свои собственные достоинства и недостатки, поэтому ни одна из них не может быть удалена из системы.

Стратегия		
Эквидистантная устаревшая 	**Достоинства** • Быстрый расчет • Понятная траектория	**Недостатки** • Возможно формирование недоработанных островков если шаг обработки превышает 50% • Неравномерная нагрузка на инструмент и толщина стружки • Много движений по оси Z на/от безопасной плоскости
Эквидистантная 	**Достоинства** • Есть возможность указать безопасное расстояние • Большинство переходов выполняются без подъема на безопасную плоскость • Возможны скругления на переходах	**Недостатки** • Возможно формирование недоработанных островков если шаг обработки превышает 50% • Неравномерная нагрузка на инструмент и толщина стружки
Высокопроизводительная 	**Достоинства** • Все достоинства эквидистантной стратегии • Добавляются специальные дуги для исключения необработанных островков	**Недостатки** • Неравномерная нагрузка на инструмент и толщина стружки • Специальные дуги могут быть слишком маленького радиуса, что приводит к снижению подачи.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Стратегия		
Глубокое скоростное фрезерование 	**Достоинства** • Все достоинства высокопроизводительной стратегии • Равномерная нагрузка на инструмент	**Недостатки** • Более длинная траектория по сравнению с высокопроизводительной стратегией при прочих равных параметрах. • Возможны холостые ходы • Нестабильный расчет. Иногда нагрузка на инструмент превышает заданную. Поэтому требуется внимательный анализ траектории.
Адаптивная 	**Достоинства** • Равномерная нагрузка на инструмент • Очень хорошая траектория на открытых карманах	**Недостатки** • На больших закрытых карманах траектория может быть менее оптимальна чем траектория **Глубокого скоростного фрезерования**
Параллельная 	**Достоинства** • Быстрый расчет • Простая и понятная траектория	**Недостатки** • Много движений по оси Z на сложных карманах

5.8.8.1 Особенности адаптивной стратегии выборки

Высокопроизводительная стратегия используется для удаления материала на высокой подаче с использованием максимально возможной для инструмента глубины фрезерования при небольшом шаге выборки (5%-30%). Такие параметры достигаются благодаря тому, что в стратегии гарантируется не превышение заданной ширины реза.

Материал удаляется "по спирали". В траектории отсутствуют острые углы. Гладкость траектории контролируется отдельными параметрами для радиусов скругления на черновых ходах, чистовом проходе и переходах. Холостые перемещения по возможности осуществляются в рабочей плоскости с небольшим дополнительным зазором, что способствует охлаждению инструмента. Врезания в заготовку производятся с использованием щадящей для инструмента техники вкатывания (англ. Roll-In Technique). Возможно выполнять как только попутную обработку, так и смешанную (попутно-встречную). При этом можно отдельно задать шаг выборки и подачу для встречного фрезерования.

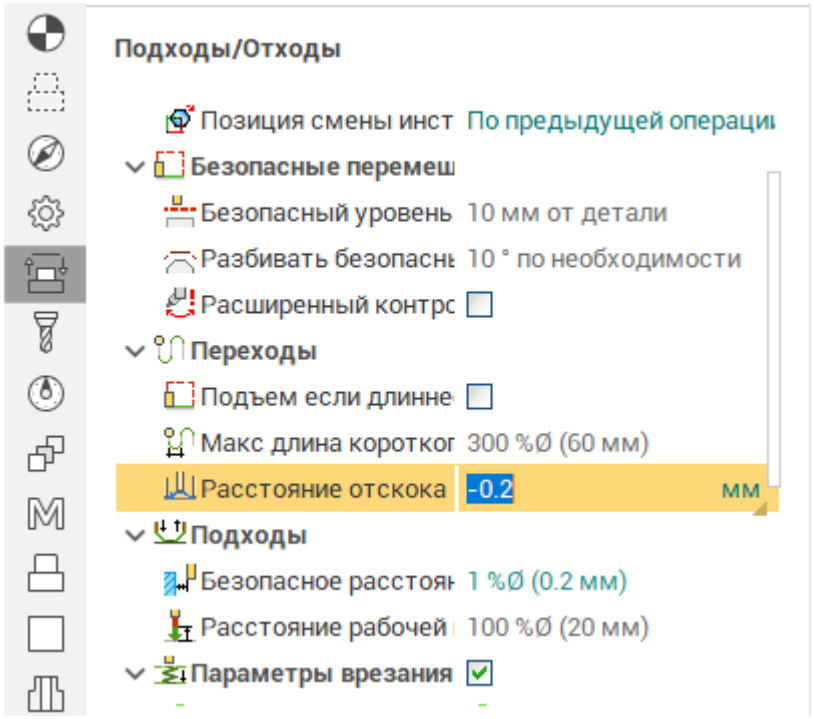
5.8.8.2 Как выбрать стратегию выборки

1. Наилучшая стратегия **Адаптивная**. Эта стратегия не установлена по умолчанию только потому, что требует дополнительного лицензирования. Мы настоятельно рекомендуем приобретать ее. Все остальные варианты имеет смысл проверять, если эта стратегия недоступна или дает неудовлетворительный результат.
2. Если использование адаптивной стратегии невозможно и требуется равномерная нагрузка на инструмент, то следует попробовать **Глубокое скоростное фрезерование**.
3. Если равномерная нагрузка на инструмент не требуется, а шаг обработки более 50% от диаметра инструмента, то следует попробовать **Высокопроизводительную** стратегию.
4. Если равномерная нагрузка на инструмент не требуется, а шаг обработки менее 50% от диаметра инструмента, то следует попробовать **Эквидистантную** стратегию.
5. Используйте **Параллельную** стратегию по вашему усмотрению.
6. **Эквидистантная (устаревшая)** используется если остальные способы дали неудовлетворительный результат.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

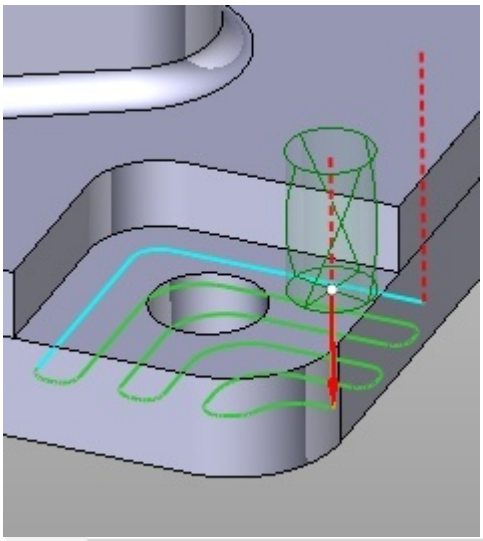
5.8.8.3 Особенности генерации траектории

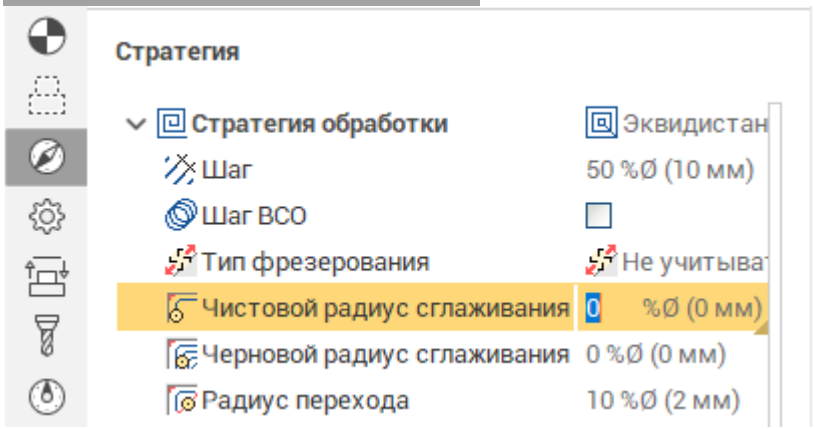
Параметр "расстояние отскока"



Инструмент немного приподнимается над уже обработанной плоскостью, когда движется к началу следующей дуги.

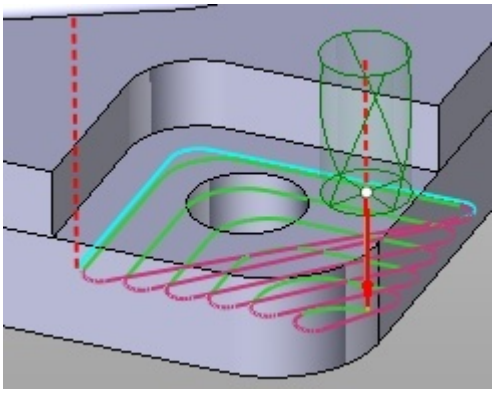
Скругления острых углов траектории в режиме зигзаг.





Величина ‘Черновой / Чистовой радиус сглаживания’ используется для скругления переходов.

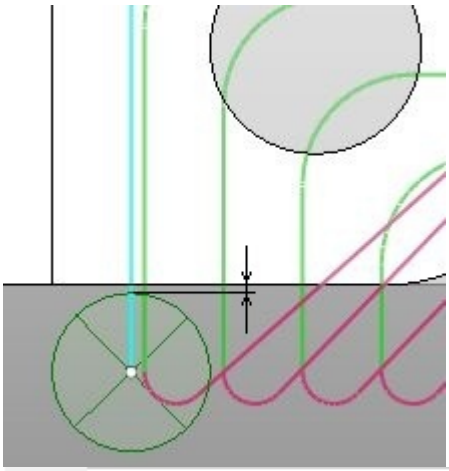
Переходы без подъема на безопасную плоскость.

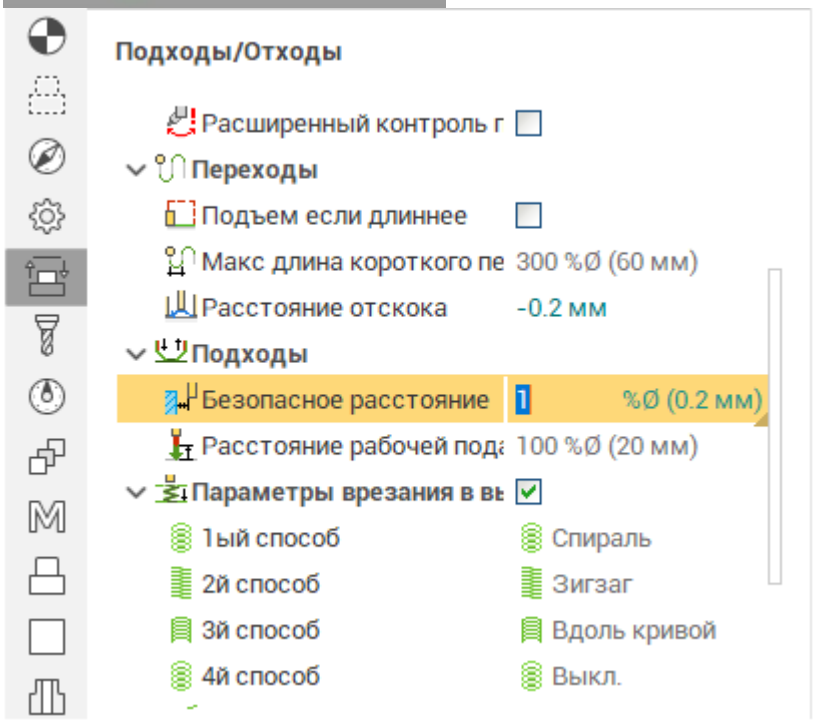


В попутном и встречном режимах инструмент по кратчайшему пути перемещается к следующей строчке без подъема на безопасную плоскость. Если переход выполняется над обработанной поверхностью, то инструмент приподнимается на расстояние отскока. Также используется радиус холостых ходов для скругления острых углов.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Безопасное расстояние

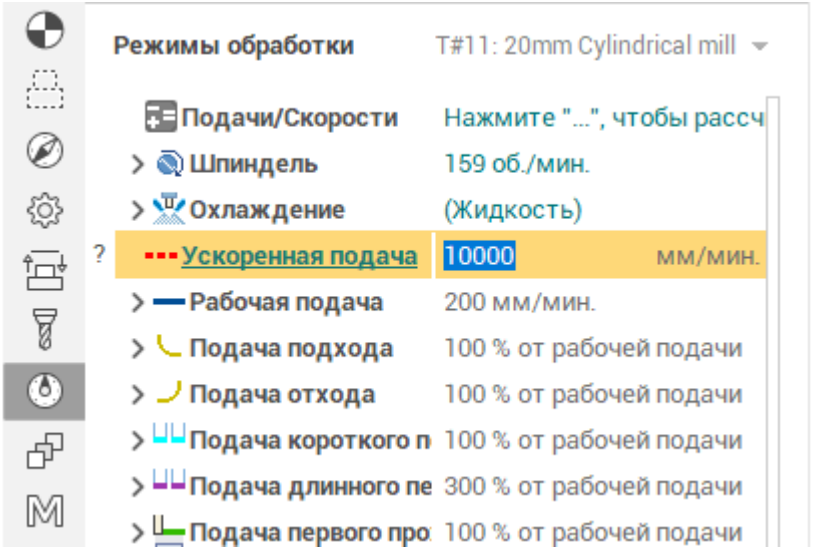




Безопасное расстояние применяется при подъемах и опускании инструмента. Вертикальное перемещение выполняется на этом расстоянии от заготовки. Таким образом нет необходимости задавать подходы и отходы, чтобы избежать столкновения с заготовкой на ускоренной подаче.

Если Вы используете для опускания фрезы предварительно просверленное отверстие, то его диаметр должен быть больше диаметра фрезы на удвоенную величину безопасного расстояния. В противном случае это отверстие не будет обнаружено.

Переходы на ускоренной подаче



Для переходов может использоваться как подача перехода, так и подача возврата. Если длина холостого перемещения меньше чем параметр "Короткий переход", то оно выполняется на подаче перехода, иначе на подаче возврата. По умолчанию, подача возврата устанавливается как 300% от рабочей подачи, то есть она не предназначена для резания. Если в процессе моделирования будет обнаружено резание на подаче возврата, то такой ход будет помечен как ошибочный.

5.9 Обработка на токарных станках

Токарные станки – предназначены для обработки резанием (точением) заготовок из металлов и др. материалов в виде тел вращения. На токарных станках выполняют обточку и расточку цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, нарезание резьбы, подрезку и обработку торцов, сверление, зенкерование и развертывание отверстий и т. д.

Заготовка получает вращение от шпинделя, резец – режущий инструмент, перемещается вместе с салазками суппорта от ходового вала или ходового винта, получающих вращение от механизма подачи.

CAM система позволяет разрабатывать управляющие программы для токарных станков с числовым программным управлением.

Сопутствующие ссылки:

Типы технологических операций токарной обработки(see page 1169)

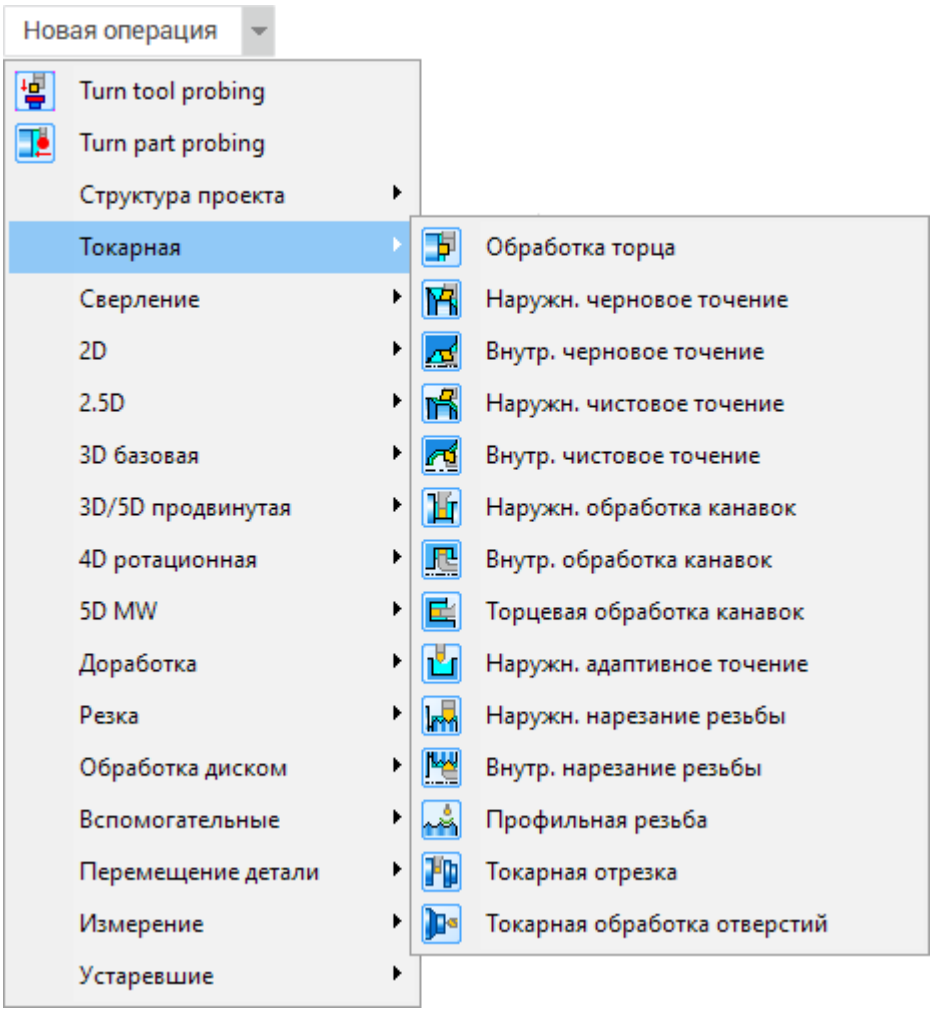
Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

5.9.1 Типы технологических операций

Процесс обработки представлен в системе как упорядоченная последовательность технологических операций. Технологический процесс может содержать произвольное количество операций различных типов. Каждая операция, в зависимости от ее типа, имеет определенные правила формирования траектории инструмента и характеризуется собственным набором параметров. Количество доступных в системе типов операций зависит от комплекта поставки(see page 20).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

По умолчанию все токарные операции объединены в списке операций в группу "Токарные".



Полный перечень токарных операций представлен на странице <Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)>

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Операция подрезка торца(see page 1173)

Черновая токарная операция(see page 1176)

Чистовая токарная операция(see page 1192)

Отрезная токарная операция(see page 1222)

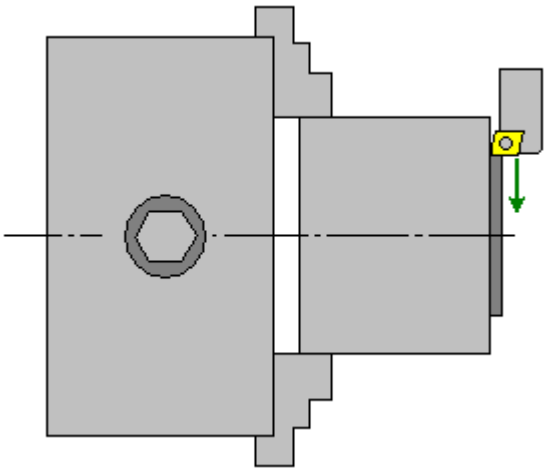
Операция обработки канавок(see page 1195)

Операция нарезания резьбы(see page 1205)

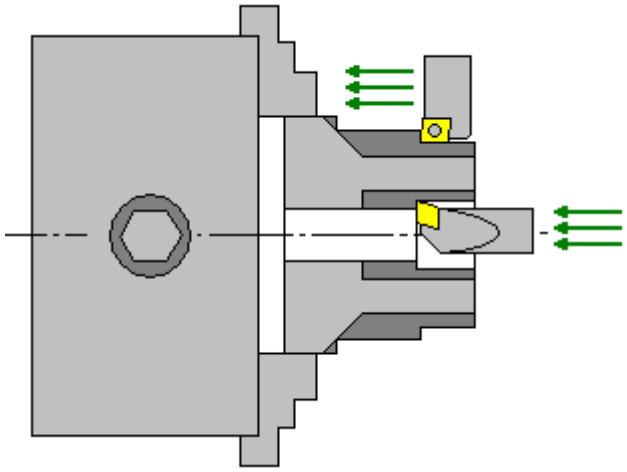
5.9.2 Технологические операции для токарной обработки

В SprutCAM все способы токарной обработки сгруппированы по операциям:

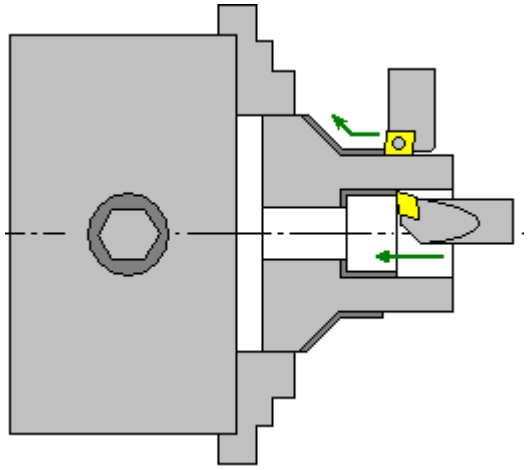
- <Обработка торца(see page 1173)>



- <Наружное и внутреннее черновое точение(see page 1176)>

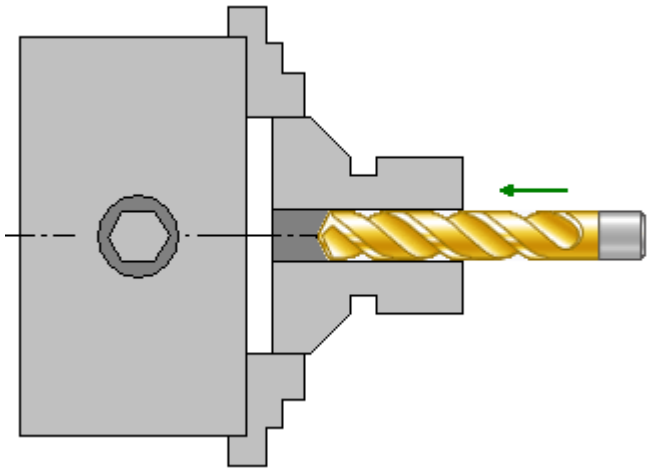


- <Наружное и внутреннее чистовое точение(see page 1192)>

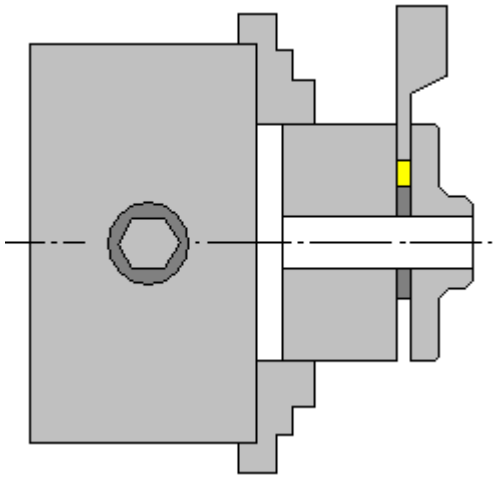


- <Токарная обработка отверстий(see page 1227)>

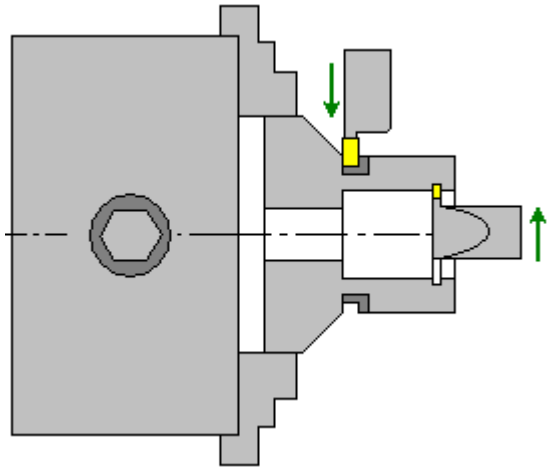
© 2025 ООО СПРУТ Технология



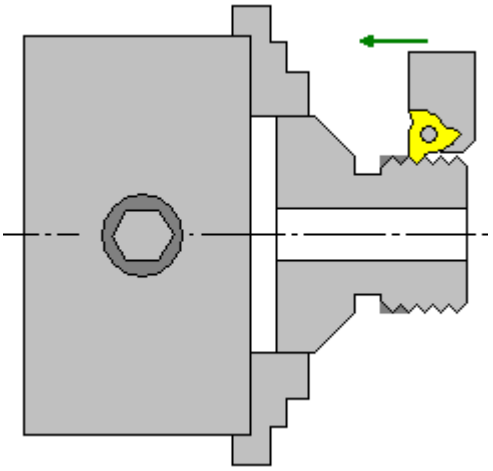
- <Токарная отрезка(see page 1222)>



- <Наружная внутренняя и торцевая обработка канавок(see page 1195)>



- <Наружное и внутреннее нарезание резьбы(see page 1205)>

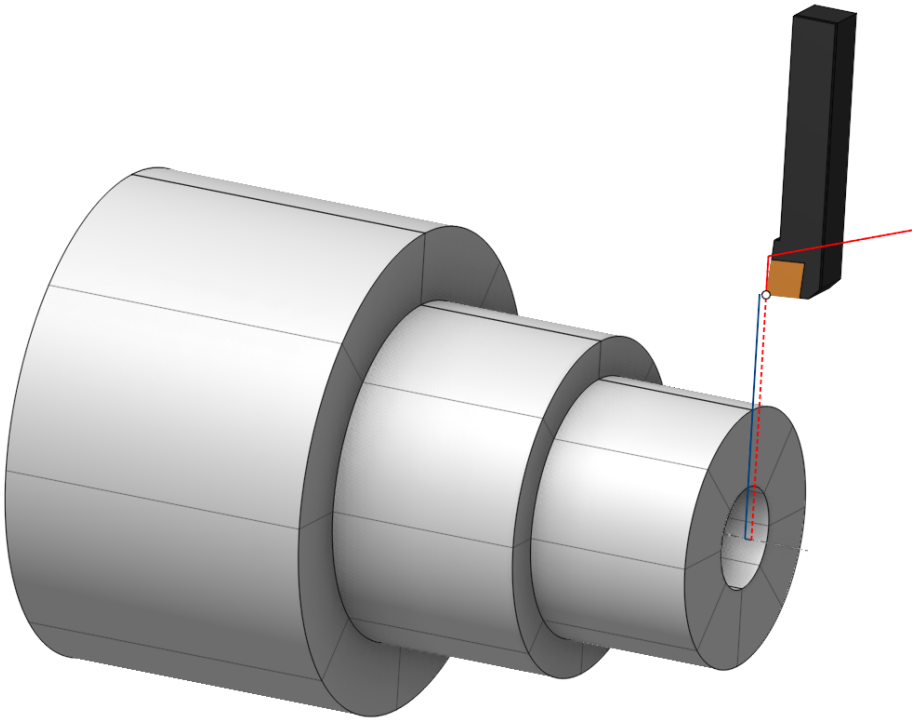


Все токарные операции, которые были унаследованы из предыдущих версий были перенесены в группу Устаревшие. Смотрите документацию к предыдущей версии CAM системы для получения более подробной информации об этих операциях.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

5.9.2.1 Обработка торца



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Область применения:

Операция предназначена для подготовки неровной грани заготовки (левой или правой). Материал удаляется вертикальными движениями инструмента, ход за ходом.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для настройки основных параметров проекта. Это может быть позиционирование детали на оборудовании, система координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Обработка торца. Это позволяет программировать обработку торца заготовки одной командой. Траектория формируется так же, как и при задании циклов Контура или Повтора контура. Однако траектория рассчитывается автоматически на основе текущей заготовки и заготовки, обеспечивая правильную обработку левого или правого торца. Узнать больше(see page 1251)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента. Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню Свойства двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Параметры цикла:

Эта группа параметров работает аналогично **Наружное** и **внутреннее** черновое точение . Узнать больше(see page 1176)

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

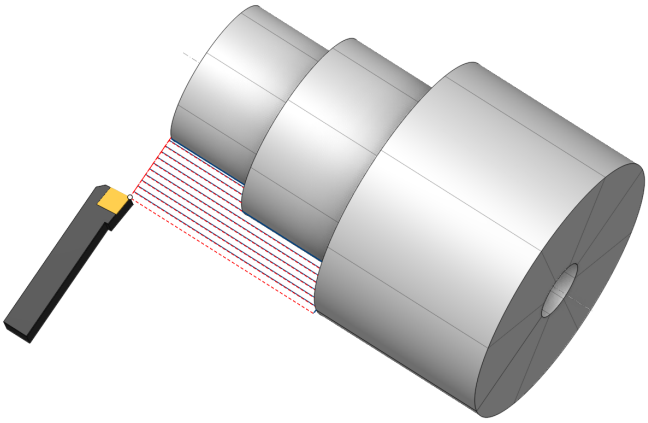
Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

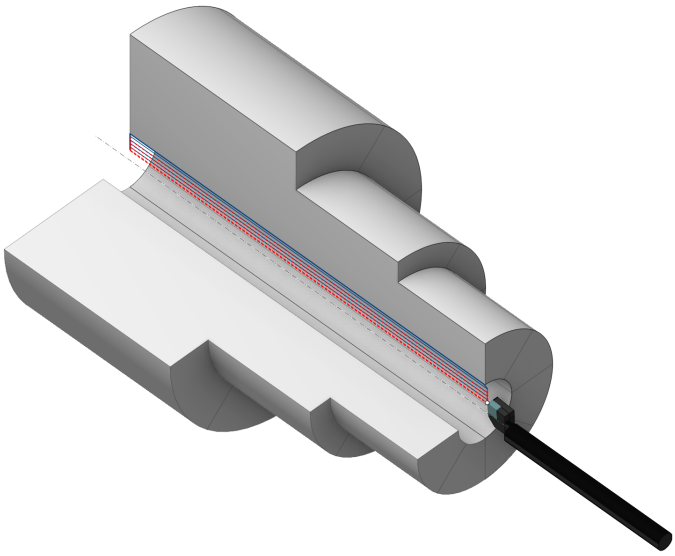
Цикл Обработка торца(see page 1251)

Рабочее задание(see page 1279)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.9.2.2 Наружное и внутреннее черновое точение





Область применения:

Эта операция предназначена для снятия большей части материала заготовки, находящегося снаружи от контура детали и вне зоны оснастки, и получения полуфабриката, приближённого к геометрии детали

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для настройки основных параметров проекта. Это может быть позиционирование детали на оборудовании, система координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Черновая обработка. Черновая обработка. Снятие чернового припуска производится ходами инструмента вдоль оси детали (при обработке поверхностей, вытянутых в направлении оси Z) или поперек ей (при обработке поверхностей, вытянутых в направлении оси X). Узнать больше(see page 1246).

Черновой цикл. Аналогично **Черновой обработке**, но операция выводится в управляющую программу в виде цикла, аналогичного ISO G71/G72. Узнать больше(see page 1248).

Повтор контура. Снятие чернового припуска производится ходами инструмента, эквидистантными контуру детали. То есть формируется траектория, аналогичная ISO G73, но она выводится в управляющую программу в развернутом виде, без записи цикла. Узнать больше(see page 1240).

Цикл повтора. Аналогично **Повтору контура**, но операция выводится в управляющую программу в виде цикла, аналогичного ISO G73. Узнать больше(see page 1244)

Зигзаг. Обработка выполняется послойно. На каждом слое инструмент опускается врезанием вниз на глубину резания, и выполняет горизонтальное перемещение. Таким образом снимается весь черновой припуск, слой за слоем, горизонтальными ходами с чередующимся направлением. Узнать больше(see page 1268).

Контур. Формируется единичный проход, траектория которого идентична геометрическому контуру детали. Могут выполняться пристыковка подхода и отхода, смещение на заданные припуски, исключение теневых зон, недостижимых заданным инструментом, компенсация радиуса инструмента. Узнать больше(see page 1240).

Обработка торца. Позволяет запрограммировать обработку торца детали за один клик. Траектория формируется точно также как при задании циклов **Контур** либо **Повтор контура**, однако траектория автоматически рассчитывается по текущей заготовке и детали так, чтобы правильно обработать нужный торец . Узнать больше(see page 1251)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента. Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню Свойства двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Параметры цикла:

Цикл обработки.

Выбирается один из доступных циклов токарной обработки, описанных в **Рабочем задании**. При переключении цикла в этом разделе, автоматически

© 2025 ООО СПРУТ Технология

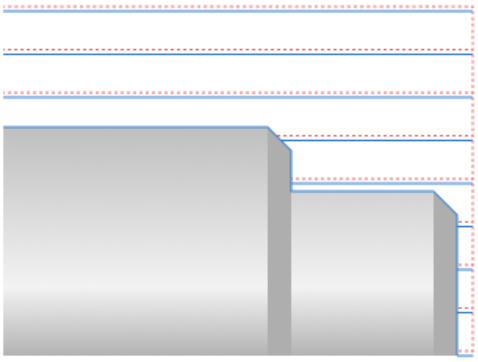
изменяется соответствующий элемент в **Рабочем задании**. Набор параметров отличается для каждого токарного цикла

Нажмите здесь для раскрытия..

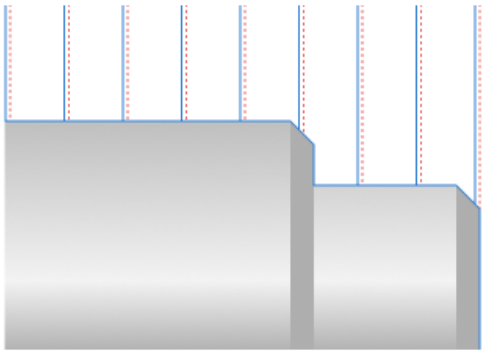
Вот основные параметры, набор которых может меняться в зависимости от выбранной стратегии в разделе **"Цикл"**:

Направление. Определяет направление движения резца при черновых ходах.

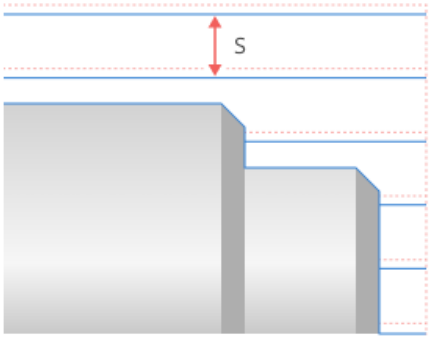
Осевое. Точение производится ходами, параллельными оси детали (G71).



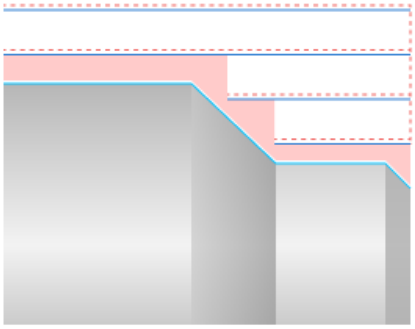
Радиальное. Точение производится ходами, перпендикулярными оси детали(G72).

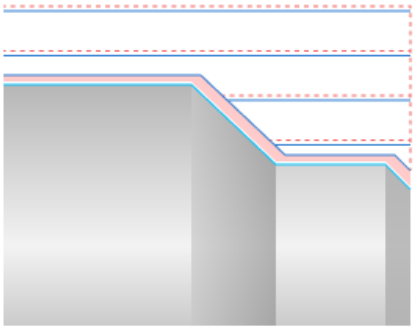


Шаг. Расстояние между проходами инструмента, равно глубине резания.



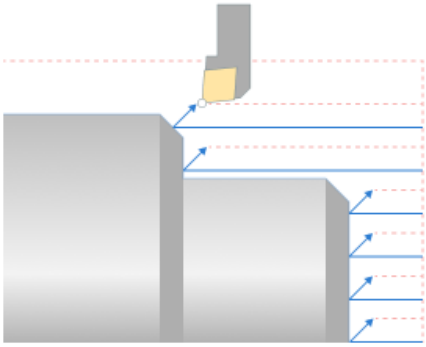
Подчистка гребешков. При установленном флаге, формируется получистовой проход для снятия гребешков, оставшихся после черновых проходов инструмента.



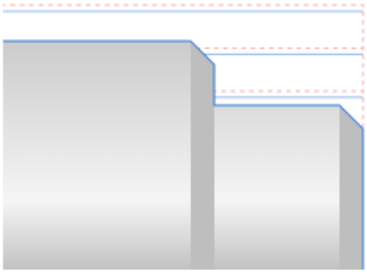


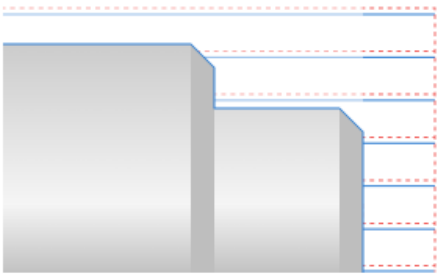
Безопасное расстояние. Определяет величину отскока инструмента после чернового прохода. На этом расстоянии от обработанной поверхности, инструмент возвращается в исходное положение.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

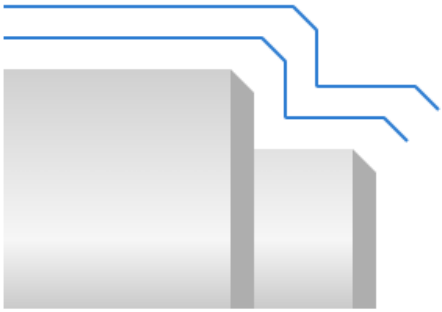


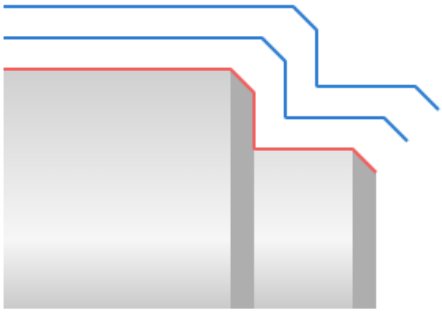
Подходы в проходах. При установленном флаге, в каждом рабочем проходе инструмента применяются подходы инструмента, заданные на вкладке **Переходы.**





Чистовой проход. При установленном флаге генерируется чистовой проход в этой же операции.

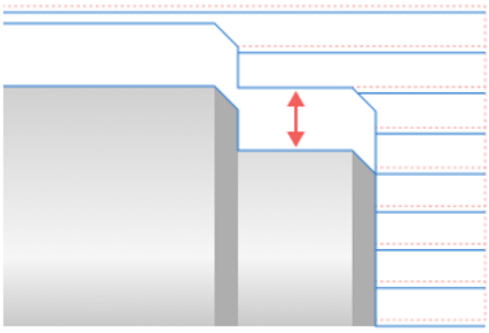




Припуск чернового цикла. Это слой материала, который должен быть оставлен текущей операцией для последующей обработки. Если установлен флаг Чистовой проход, припуск чернового цикла снимается на этой же операции.

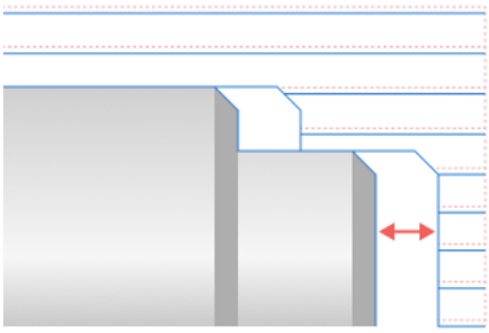
Нажмите здесь для раскрытия..

Радиальный. Припуск заданной величины появляется на цилиндрических поверхностях. На конических и сферических поверхностях припуск уменьшен в соответствии с углом нормали поверхности. При одновременном задании радиального и осевого припуска, на этих поверхностях он суммируется квадратично.

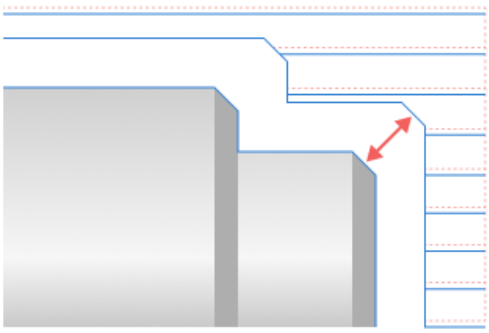


© 2025 ООО СПРУТ Технология

Осевой. Припуск заданной величины появляется на торцевых поверхностях. На конических и сферических поверхностях припуск уменьшен в соответствии с углом нормали поверхности. При одновременном задании радиального и осевого припуска, на этих поверхностях он суммируется квадратично.



Припуск контура. Контур припуска проходит эквидистантно контуру детали на заданную величину. При одновременно задании радиального, осевого и припуска контура, их значения суммируются.

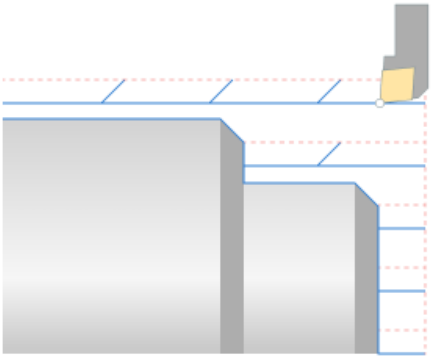


Ломка стружки. При установленном флаге включается режим кинематического дробления стружки, при котором после задаваемой длины резания, резец отскакивает для прекращения образования сливной стружки. Затем резец снова подводится и продолжает резание. Величина отскока задается в параметре **Безопасное расстояние**.

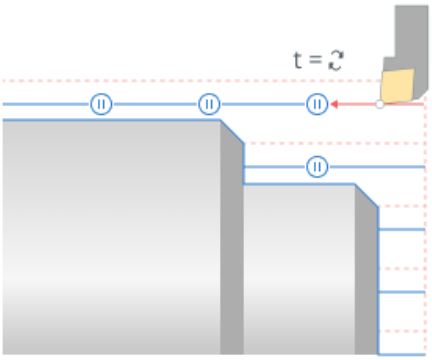
Нажмите здесь для раскрытия..

Задержка. Позволяет выполнить ломку стружки не отскоком, а остановкой подачи резца.

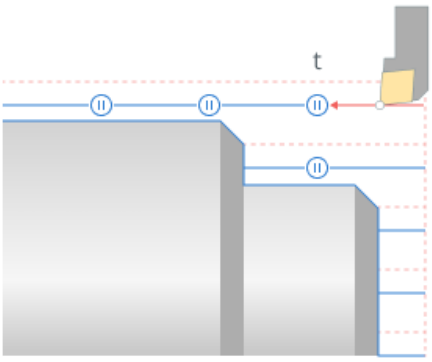
Выкл. При ломке стружки отскоком, параметр **Задержка** находится в положении **Выкл**.



Оборот. Ломка стружки выполняется остановкой подачи резца в течение заданного количества оборотов шпинделя.

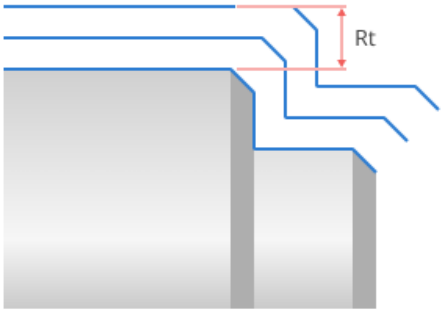


Секунда. Ломка стружки выполняется остановкой подачи резца в течение заданного количества секунд.

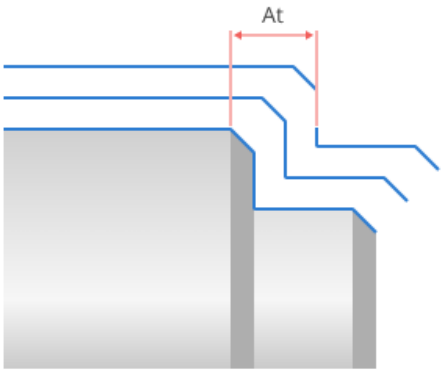


Радиальная толщина слоя. Проекция припуска в направлении оси X, подлежащего перекрытию ходами инструмента. Аналогичен параметру U в первом кадре цикла ISO G73.

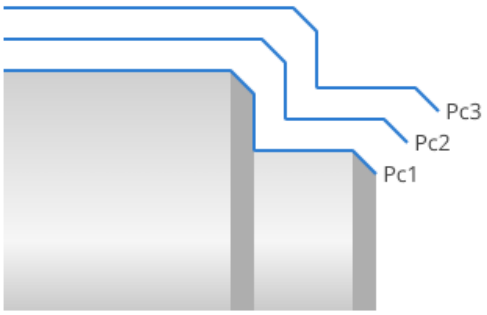
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Осевая толщина слоя. Проекция припуска в направлении оси Z, подлежащего перекрытию ходами инструмента. Аналогичен параметру W в первом кадре цикла ISO G73.

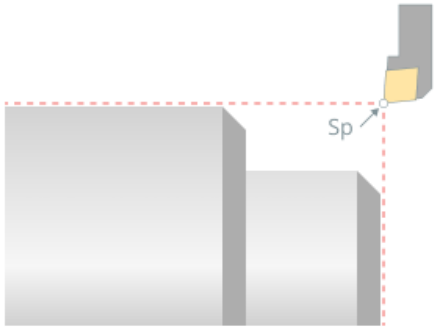


Число ходов. Число проходов инструмента, необходимых для снятия чернового припуска. Аналогичен параметру R в первом кадре цикла ISO G73.

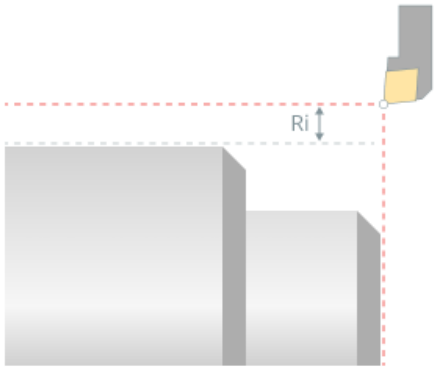


Начальная точка. Точка, в которую подводится инструмент в результате Подвода; с которой начинается выполнение цикла ISO G71, ISO G72 или ISO G73; и в которую он отводится по завершении цикла. Если смещения равны 0, то Начальная точка − это точка пересечения линий, проведенных через точки Подхода и Отхода.

Нажмите здесь для раскрытия..

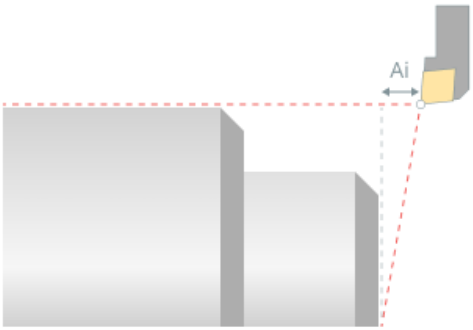


Радиальное смещение. Сдвигает **Начальную точку** по оси X в направлении, соответствующем знаку смещения.



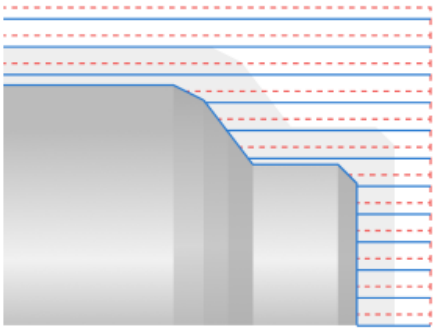
Осевое смещение. Сдвигает **Начальную точку** по оси Z в направлении, соответствующем знаку смещения.

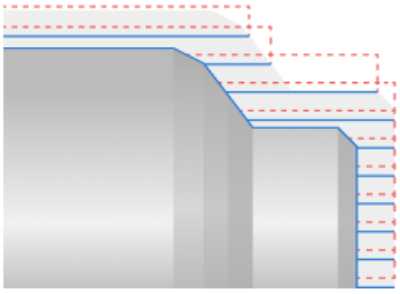
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Учет заготовки. При установленном флаге учитывается текущее состояние заготовки. Это позволяет значительно сократить время обработки, особенно если форма припуска сложная. Узнать больше[13].

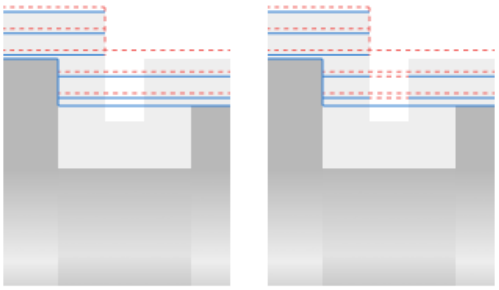
Нажмите здесь для раскрытия..





13 https://kb.sprutcam.com/docs/SprutCAM/17/ru/10190.html

Толщина игнорирования. Позволяет задать максимальное расстояние прохода инструмента по воздуху на рабочей подаче. Если расстояние между двумя участками обработки окажется меньше этого расстояния, система будет рассматривать их как один участок обработки.



Безопасное расстояние. Определяет величину отскока инструмента после чернового прохода. На этом расстоянии от обработанной поверхности инструмент возвращается в исходное положение.

Величина подхода. На это расстояние удлиняется начало траектории рабочих проходов.

Величина отхода. На это расстояние удлиняется конец траектории рабочих проходов.

Макс. проход. Определяет максимальное расстояние, которое инструмент может пройти на повышенной подаче (подаче перехода). Если расстояние между участками окажется больше данного параметра, то система будет обрабатывать их отдельно.

Компенсация: Параметр управляет корректорами на инструмент и способом вывода коррекции на радиус. Узнать больше[14]

Нажмите здесь для раскрытия..

Корректор на длину. Управляет выводом в управляющую программу номеров корректоров инструмента, которые заданы в **Списке инструментов − Свойства инструмента − Номера.**

Первый. В управляющую программу выводится **Номер 1-го корректора.**

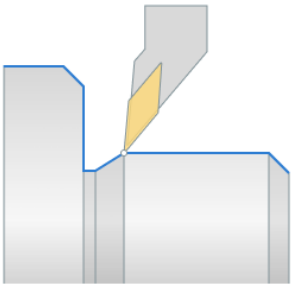
Второй. В управляющую программу выводится **Номер 2-го корректора.**

Коррекция. Управляет коррекцией на радиус резца.

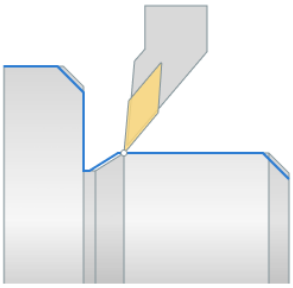
Выкл. Контур траектории инструмента выводится в управляющую программу без учета радиуса при вершине резца. При использовании этого режима на сложных контурах возможны зарезы либо недоработки, что требует особого внимания при моделировании обработки.

14 https://kb.sprutcam.com/docs/SprutCAM/17/ru/350.html

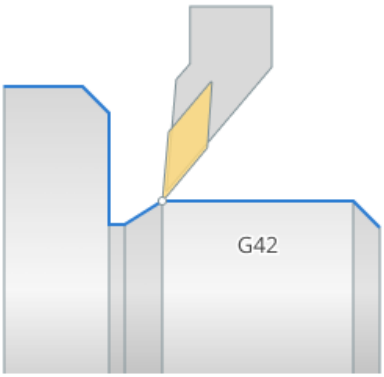
© 2025 ООО СПРУТ Технология



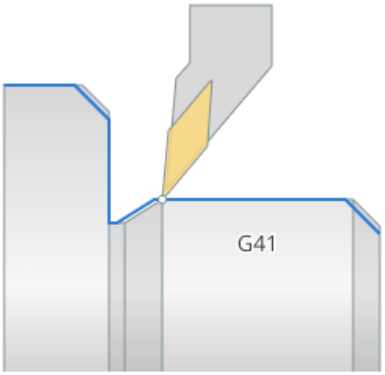
Компьютер. При прохождении участков контура детали, кроме линейных участков, параллельных осям координат, траектория инструмента смещается на радиус при вершине резца.



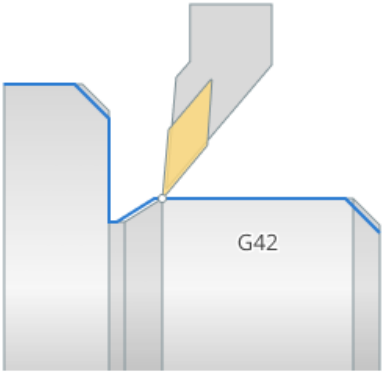
Стойка. Контур траектории инструмента соответствует контуру детали и выводится в управляющую программу без учета радиуса инструмента, но перед кадрами подхода и отхода выводятся, соответственно, команды включения и выключения коррекции (ISO G41/42/40).



Износ. Геометрия контура преобразуется как в режиме **Компьютер**, но дополнительно выводятся команды включения и выключения коррекции, как для режима **Стойка**. Инструмент перемещается ближе к детали на величину износа, введенную в стойке ЧПУ. В CAM-системе траектория на величину износа не меняется.



Обратный износ. Отличается от режима **Износ** направлением коррекции – G42 вместо G41, или наоборот. Инструмент отодвигается от детали на величину износа, введенную в стойку ЧПУ.



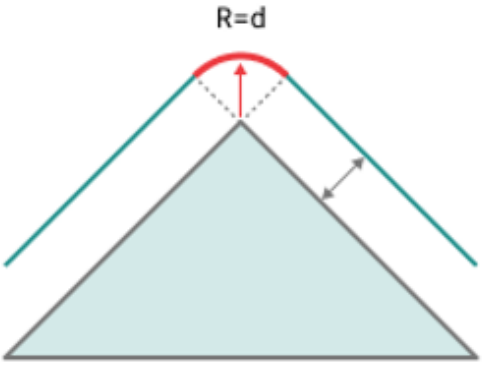
Параметры цикла **Зигзаг** работают аналогично операциям обработки наружных канавок, внутренних канавок и торцевых канавок. Узнать больше(see page 1195)

Скруглить дугами.

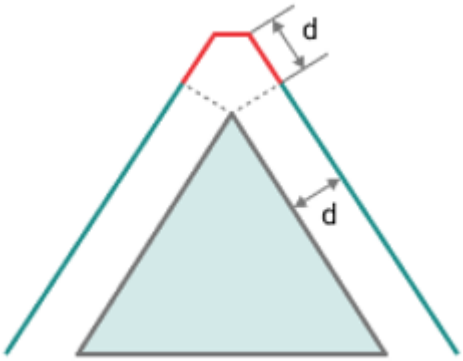
Нажмите здесь для раскрытия..

Включено: При обкатке по дуге в траекторию инструмента будет вставлена дуга, радиус которой равен значению смещения.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Выключено: В касательном режиме для прохождения угла используются линейные перемещения. Траектория инструмента до и после угла увеличивается на длину смещения. Если расширенный путь пересекается, он усекается до точки пересечения, в противном случае создается перемещение соединения.



Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

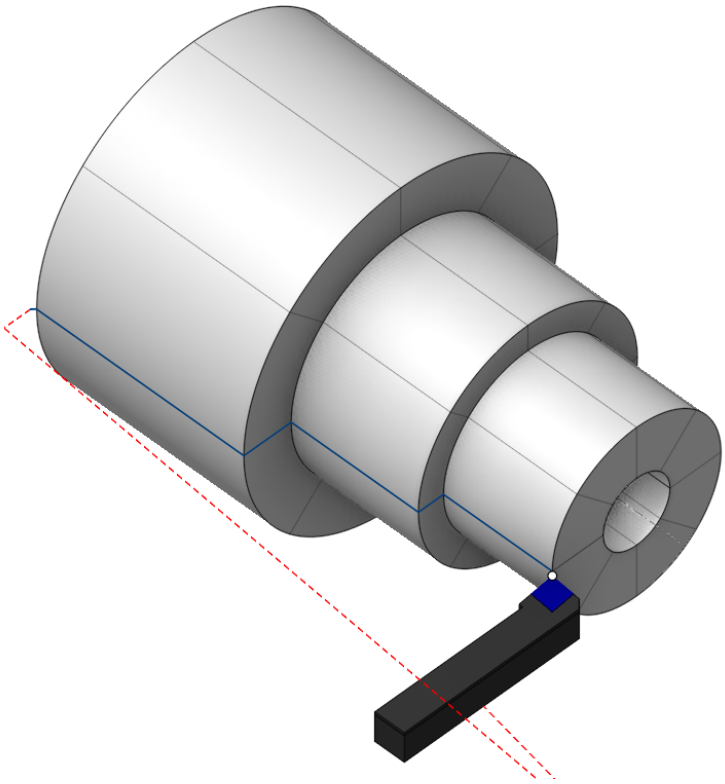
Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

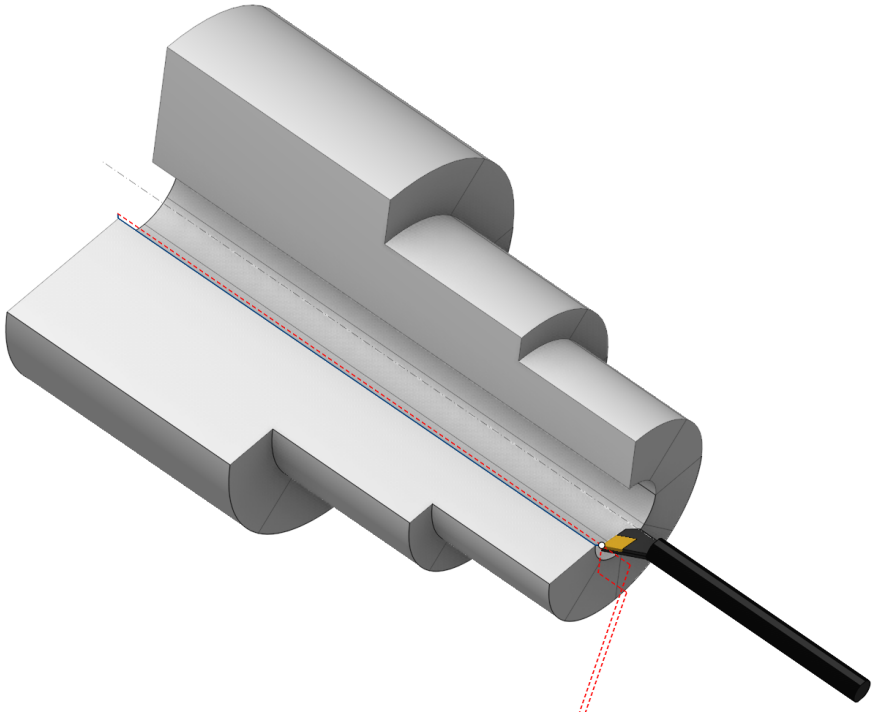
Сопутствующие ссылки:

Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.9.2.3 Наружное и внутреннее чистовое точение





© 2025 ООО СПРУТ Технология

Область применения:

Токарно-чистовые операции предназначены для удаления небольшого объема припуска, оставшегося после предыдущей обработки. Обработка выполняется серией смещенных ходов к образующей детали.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для настройки основных параметров проекта. Это может быть позиционирование детали на оборудовании, система координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Черновая обработка. Черновая обработка. Снятие чернового припуска производится ходами инструмента вдоль оси детали (при обработке поверхностей, вытянутых в направлении оси Z) или поперек ей (при обработке поверхностей, вытянутых в направлении оси X). Узнать больше(see page 1246).

Черновой цикл. Аналогично **Черновой обработке**, но операция выводится в управляющую программу в виде цикла, аналогичного ISO G71/G72. Узнать больше(see page 1248).

Повтор контура. Снятие чернового припуска производится ходами инструмента, эквидистантными контуру детали. То есть формируется траектория, аналогичная ISO G73, но она выводится в управляющую программу в развернутом виде, без записи цикла. Узнать больше(see page 1240).

Цикл повтора. Аналогично **Повтору контура**, но операция выводится в управляющую программу в виде цикла, аналогичного ISO G73. Узнать больше(see page 1244)

Зигзаг. Обработка выполняется послойно. На каждом слое инструмент опускается врезанием вниз на глубину резания, и выполняет горизонтальное перемещение. Таким образом снимается весь черновой припуск, слой за слоем, горизонтальными ходами с чередующимся направлением. Узнать больше(see page 1268).

Контур. Формируется единичный проход, траектория которого идентична геометрическому контуру детали. Могут выполняться пристыковка подхода и отхода, смещение на заданные припуски, исключение теневых зон, недостижимых заданным инструментом, компенсация радиуса инструмента . Узнать больше(see page 1240).

Обработка торца. Позволяет запрограммировать обработку торца детали за один клик. Траектория формируется точно также как при задании циклов **Контур** либо **Повтор контура**, однако траектория автоматически рассчитывается по текущей заготовке и детали так, чтобы правильно обработать нужный торец. Узнать больше(see page 1251)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента. Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню Свойства двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Параметры цикла:

Эта группа параметров работает аналогично **Наружное** и **внутреннее** черновое точение . Узнать больше(see page 1176)

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

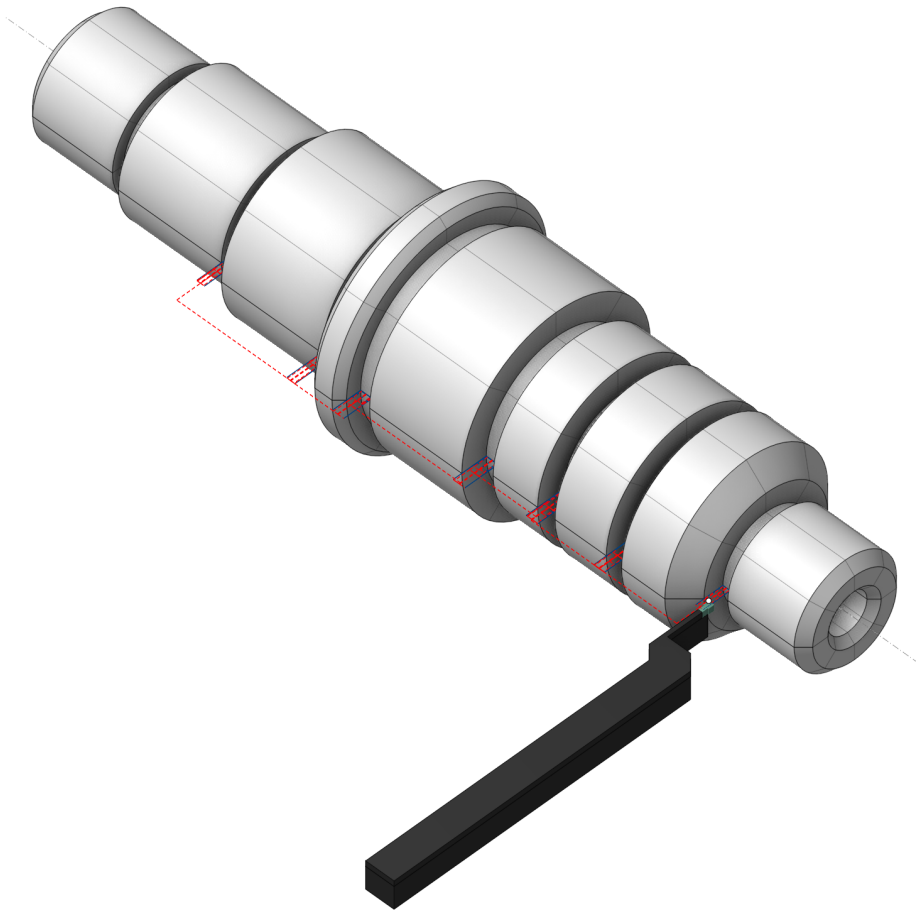
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

5.9.2.4 Наружная внутренняя и торцевая обработка канавок



Область применения:

Предназначена для точения канавок или закрытых областей, недоступных для обработки другими типами токарных операций. Черновая обработка представляет собой последовательность ходов, перпендикулярных оси детали. Чистовые ходы представляют собой перемещения, максимально повторяющие контур детали.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для настройки основных параметров проекта. Это может быть позиционирование детали на оборудовании, система координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Простая канавка. Оптимизирован для обработки простых прямоугольных канавок за минимальное число действий. Узнать больше(see page 1259)

Канавки. Формирует сложную траекторию для токарной обработки всех типов канавок и поднутрений. Цикл определяет самую нижнюю точку канавки и

© 2025 ООО СПРУТ Технология

обрабатывает обе ее стороны различными режущими кромками инструмента . Узнать больше(see page 1253)

Зигзаг. Обработка выполняется послойно. На каждом слое инструмент опускается врезанием вниз на глубину резания, и выполняет горизонтальное перемещение. Таким образом снимается весь черновой припуск, слой за слоем, горизонтальными ходами с чередующимся направлением. Узнать больше(see page 1268)

Контур. Формируется единичный проход, траектория которого идентична геометрическому контуру детали. Могут выполняться пристыковка подхода и отхода, смещение на заданные припуски, исключение теневых зон, недостижимых заданным инструментом, компенсация радиуса инструмента . Узнать больше(see page 1240)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента. Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню Свойства двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Параметры цикла:

Цикл обработки:

Выбирается один из доступных циклов токарной обработки, описанных в **Рабочем задании**. При переключении цикла в этом разделе, автоматически изменяется соответствующий элемент в Рабочем задании. Набор параметров отличается для каждого токарного цикла.

Нажмите здесь для раскрытия...

Сторона обработки. Позволяет выбирать обрабатываемые стороны канавки. Узнать больше(see page 1253)

Нажмите здесь для раскрытия...

Только первая. Траектория формируется от заданного начала **Направления черновых проходов** до стороны, которую инструмент может коснуться первой настроечной точкой.

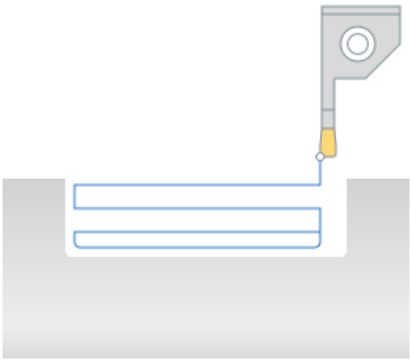
Только вторая. Траектория формируется от заданного начала **Направления черновых проходов** до стороны, которую инструмент может коснуться второй настроечной точкой.

Обе стороны. Траектория формируется для обработки обоих сторон канавки.

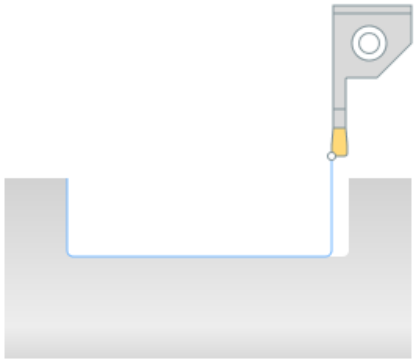
Траектория. Позволяет выбрать для каких проходов – черновых, чистовых или обоих - должна быть сгенерирована траектория. Узнать больше(see page 1253)

Нажмите здесь для раскрытия...

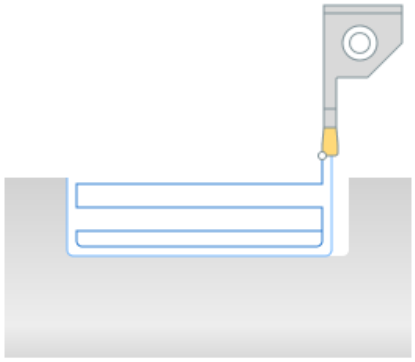
Только черновые. Формируется только черновая траектория и показываются только ее параметры.



Только чистовые. Формируется траектория только для чистовой обработки, в окне параметров показываются только параметры, влияющие на эту траекторию.



Черновые и чистовые. Одним и тем же инструментом сперва выполняются черновые проходы, затем – чистовые.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Направление черновых проходов. Определяет, в каком направлении выполняются поперечные проходы инструмента при черновой обработке канавки.

Нажмите здесь для раскрытия...

Из центра. Черновые проходы начинаются в самом глубоком месте канавки и выходят к сторонам канавки**.**

Прямое. Черновые проходы идут в одном направлении – от начальной точки Рабочего задания до конечной**.**

Черновой шаг. Расстояние между проходами инструмента, равно глубине резания.

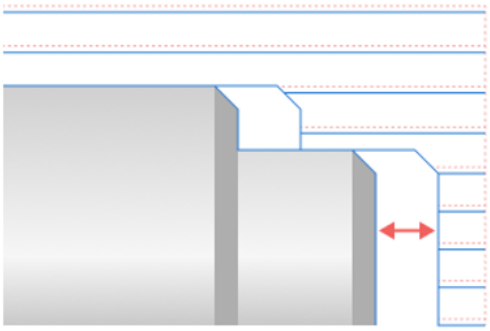
Нажмите здесь для раскрытия...

Подгонять шаг. При установленном флаге, система автоматически изменяет шаг для равномерной силы резании при каждом погружении.

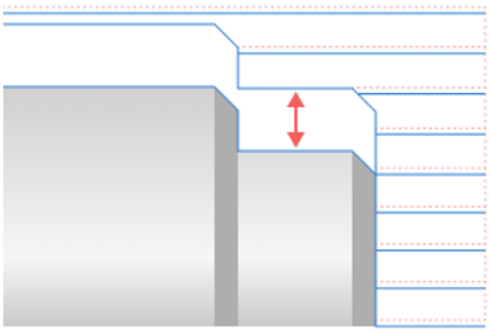
Черновой припуск. Определяет величину материала, оставляемую для снятия на чистовом проходе. Если выбрана Траектория: Черновые и чистовые, то припуск чернового цикла снимается на этой же операции.

Нажмите здесь для раскрытия...

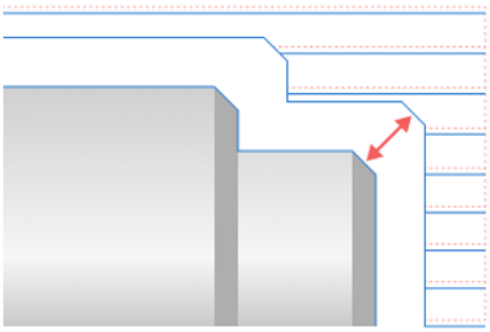
Боковой припуск. Припуск заданной величины появляется на боковых поверхностях. На конических и сферических поверхностях припуск уменьшен в соответствии с углом нормали поверхности. При одновременном задании бокового и припуска на дно, на этих поверхностях он суммируется квадратично.



Припуск на дно. Припуск заданной величины появляется на цилиндрических поверхностях. На конических и сферических поверхностях припуск уменьшен в соответствии с углом нормали поверхности. При одновременном задании бокового и припуска на дно, на этих поверхностях он суммируется квадратично.



Припуск контура. Контур припуска проходит эквидистантно контуру детали на заданную величину. При одновременно задании радиального, бокового, припуска на дно и контура, их значения суммируются.

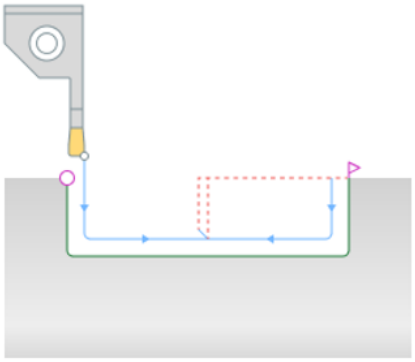


Направление чистового прохода. Определяет последовательность движений при чистовом проходе.

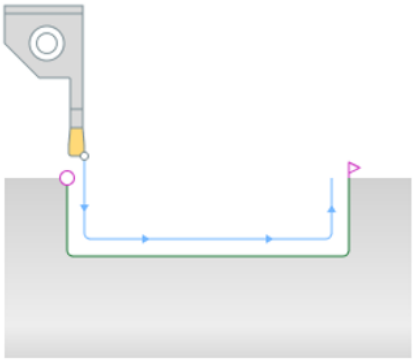
Нажмите здесь для раскрытия...

К центру. Траектория инструмента при чистовом проходе направлена от периферии к центру. Боковые стороны обрабатываемой поверхности протачиваются разными ходами.

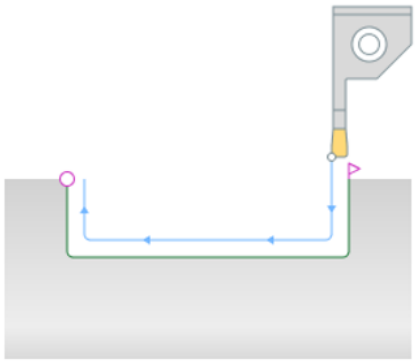
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Прямое. Чистовая обработка выполняется одним ходом, от начальной точки всего Рабочего задания к конечной.



Обратное. Чистовая обработка выполняется одним ходом, от конечной точки Рабочего задания к начальной.



Цикл. Определяет вывод постоянного цикла обработки канавки в управляющей программе.

Нажмите здесь для раскрытия...

Не использовать. Траектория инструмента не оформляется в виде постоянного цикла ISO G75 в управляющей программе.

Использовать цикл. Траектория инструмента оформляется в виде постоянного цикла ISO G75 в управляющей программе.

Первый ход отдельно. Первый проход инструмента оформляется в виде отдельного постоянного цикла ISO G75, остальные проходы – в виде второго отдельного постоянного цикла ISO G75.

Каждый ход отдельно. Каждый проход инструмента оформляется в виде отдельного постоянного цикла ISO G75.

Многослойность. Используется для снятия чернового припуска за несколько слоев. При установленном флаге поперечные проходы инструмента идут до снятия первого слоя, затем до второго и т.д.

Нажмите здесь для раскрытия...

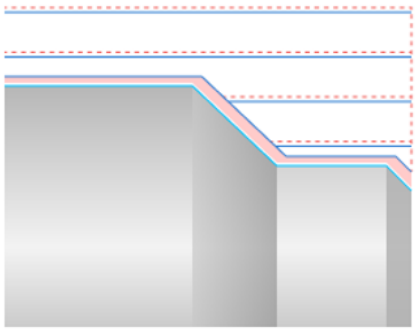
Тип возврата. Определяет, на какой уровень осуществлять подъем инструмента при холостых перемещениях при переходе от одного слоя к другому внутри одной канавки. Уровень определяется параметром. **Безопасное расстояние**.

Количество слоев. Определяет способы распределения обработки канавки по слоям.

Перебег. Система выполняет получистовую проход для удаления гребешков, оставшихся после черновых проходов**.** Узнать больше(see page 1253)

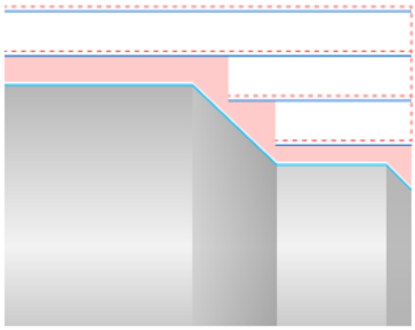
Нажмите здесь для раскрытия...

Вкл. Когда флаг установлен, система выполняет получистовый проход для удаления выступов, оставшихся после черновых проходов.



Выкл. Получистовой проход не создается.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Авто. В автоматическом режиме параметр **Перебег** включается, когда включен параметр **Многослойность**

Ломка стружки. Управляет режимом кинематического дробления стружки, при котором после заданной длины резания, резец отскакивает для прекращения образования сливной стружки. Затем резец снова подводится и продолжает резание.

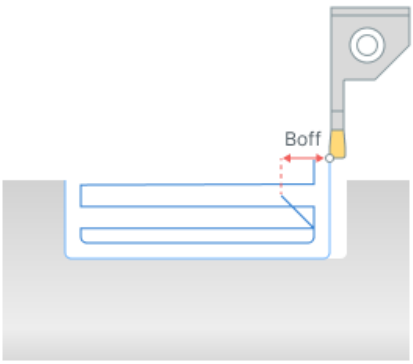
Выкл. Режим кинематического дробления стружки выключен.

На первом врезании. Режим кинематического дробления стружки включен только при первом черновом ходе на каждом слое обработки.

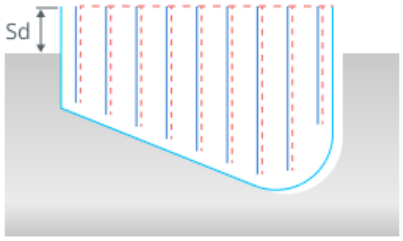
На каждом врезании. Режим кинематического дробления стружки включен при каждом черновом ходе.

Задержка на дне. Управляет остановкой подачи на дне канавки для формирования ровного дна канавки. При установленном флаге появляется время остановки.

Отскок. Система по возможности избегает касания резца и заготовки при выводе резца после каждого чернового прохода. Это производится путем отвода инструмента в свободную от заготовки сторону, на расстояние, измеряемое перпендикулярно направлению рабочего хода.



Безопасное расстояние. Расстояние от верхнего уровня канавки до уровня ускоренных перемещений. Редактирование безопасного расстояния возможно путем перетаскивания точки на графическом экране или путем прямого ввода в окно параметров.



Учитывать заготовку. При установленном флаге учитывается текущее состояние заготовки. Это позволяет значительно сократить время обработки. Та часть рабочих ходов, которая оказывается за пределами заготовки, заменяется ускоренными перемещениями. Эта группа параметров работает аналогично **Наружное и внутреннее черновое точение**. Узнать больше(see page 1176)

Компенсация. Этот параметр управляет методом вывода компенсации ширины фрезы.

Нажмите здесь для раскрытия...

Выкл. Система не учитывает ширину пластины и выводит траекторию в программу ЧПУ без геометрических преобразований. При использовании этого режима на сложных контурах возможны подрезы или неполная обработка, поэтому при моделировании обработки необходимо быть внимательным.

Компьютер. Система учитывает ширину и радиус вершины резца и строит траекторию движения инструмента согласно первой установочной точке резца.

Стойка (2 корректора). При обработке правой стороны канавки используется вторая установочная точка. Все остальные проходы используют первую точку настройки.

Скруглить дугами.

Система скругляет внешние углы траектории инструмента по дугам с радиусом, равным радиусу вершины инструмента. Группа параметров работает аналогично операциям **Наружное и внутреннее черновое точение**. Узнать больше(see page 1176)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

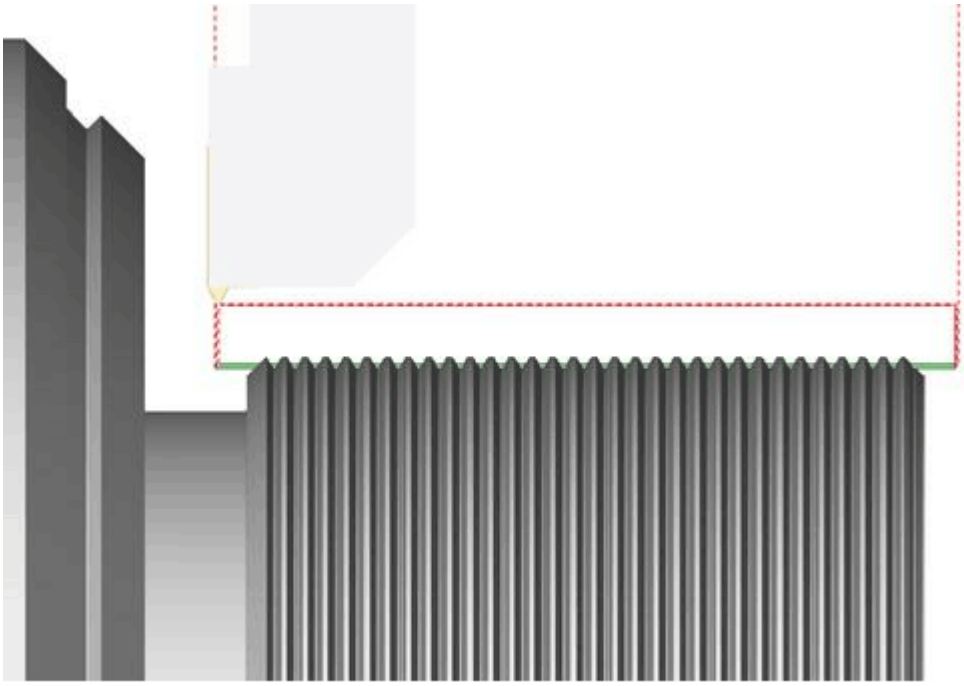
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

5.9.2.5 Наружное и внутреннее нарезание резьбы



Область применения:

Операции нарезания резьбы предназначены для нарезания различных резьб токарным резцом или гребенкой. Метод формообразования винтовой поверхности резьбы основан на совмещении двух типов перемещений – вращательного движения шпинделя и поступательного перемещения инструмента относительно шпинделя. Операция позволяет нарезать как стандартные типы резьбы (метрические, дюймовые, трубные и т.п.), так и резьбы с нестандартным профилем зуба, если профиль зуба полностью определяется формой инструмента. Диаметр, шаг и углы профиля могут быть заданы произвольно. Для получения резьбы с требуемыми параметрами необходимо выполнить три основных шага: указать расположение начальной и конечной точек относительно детали, установить геометрические параметры резьбы и определить стратегию ее обработки. Расположение резьбы на детали задается в окне Рабочее задание(see page 1279). Нужно выполнить несколько шагов чтобы задать положение резьбы: выбрать геометрические примитивы (кривые и поверхности) на детали в том месте, где должна располагаться резьба, нажать на кнопку с нужным типом цикла и обозначить желаемый сегмент на кривой путем перетаскивания начальной и конечной точек на экране. Одна операция всегда учитывает только один элемент из списка рабочего задания. Если нужно обработать несколько резьб, даже если их параметры совпадают, следует создать столько операций, сколько резьб требуется нарезать. По умолчанию диаметр резьбы берется из выбранной геометрии. Для изменения диаметра а также других параметров резьбы удобно пользоваться графической визуализацией и таблицей резьб, которые отображаются на экране при выделении профиля. На экране отображаются и могут быть отредактированы такие размеры как наружный и внутренний диаметры, глубина профиля, шаг резьбы, углы профиля и угол конусности. Проконтролировать профиль резьбы помогает моделирование. В силу особенностей токарной подсистемы моделирования в окне отображается не винтовая поверхность резьбы, а

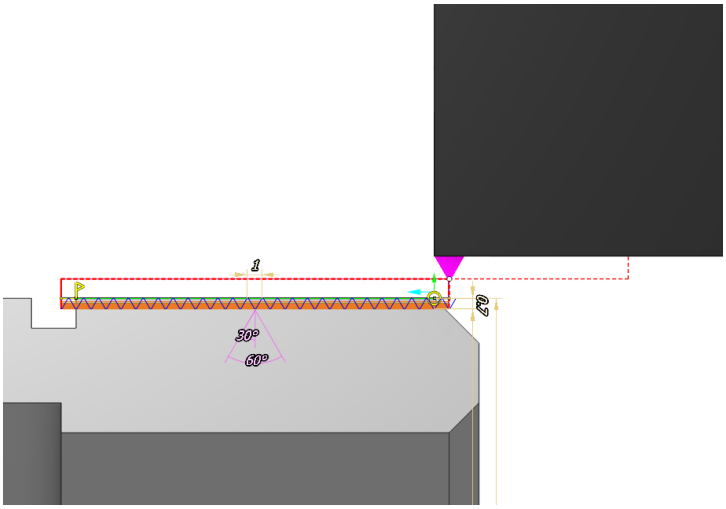
© 2025 ООО СПРУТ Технология

совокупность цилиндрических канавок, что не мешает, однако, осуществлять наглядный контроль профиля получаемой в результате расчета резьбы.

Рабочее задание:

Резьбонарезание. Определяет расположение резьбового участка на детали. При выборе данного пункта, система автоматически строит линию резьбового участка на профиле детали. Эту линию можно изменить интерактивно в графическом окне, передвинув точки начала и конца, изменив стрелку направления резьбы, изменив стрелку стороны впадины резьбы, Сместив линию, можно сместить наружный или внутренний диаметр резьбы. То, какая резьба будет нарезана - внутренняя или наружная - задается стороной обработки контура (перпендикулярная стрелочка возле начала контура). Направление резьбы - правая или левая - зависит от заданного направления обработки контура (параллельная стрелочка возле начала контура), а также от направления вращения шпинделя. Участки подхода и отхода контура позволяют задать удлинение или фаску для выхода инструмента. Выполнение данной команды активирует режим непрерывного нарезания цилиндрической или конической резьбы с постоянным шагом (G23/G33) . В этом режиме включается синхронизация между перемещением инструмента и вращением шпинделя. Все последующие перемещения инструмента до ближайшей команды переключения интерполяции или режима ускоренных перемещений будут совершаться в данном режиме нарезания резьбы. Если инструмент совершает перемещение параллельно оси вращения шпинделя, то формируется цилиндрическая резьба. Если инструмент перемещается одновременно вдоль оси и перпендикулярно оси вращения получается участок конической резьбы. Возможно и нарезание специальной торцевой резьбы, когда инструмент совершает перемещения только перпендикулярно оси вращения шпинделя. В этом случае на торце формируется канавка в форме спирали Архимеда. Команда G32/G33 не генерирует никаких перемещений, поэтому все перемещения резания инструмента, а также подводы, отводы и переходы к следующему проходу должны задаваться отдельно во вкладках **Стратегия** и **Переходы**.

Нажмите здесь для раскрытия...

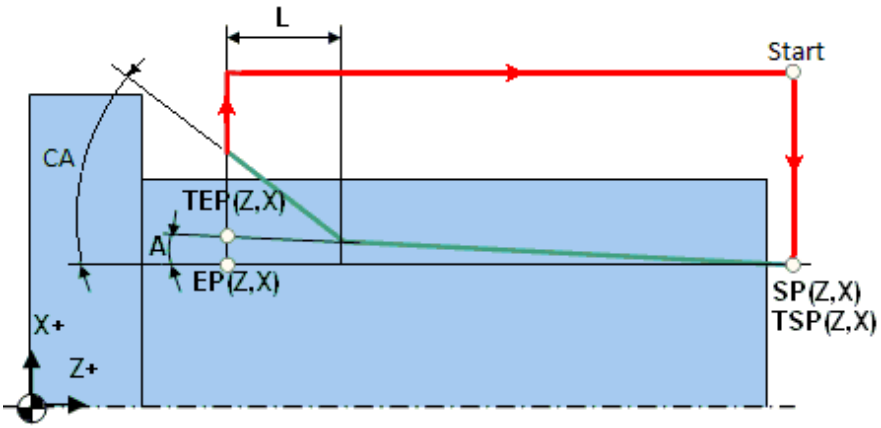


Пример УП

```
G00 X60.0 Z10.0 M08 (Подвод инструмента в точку Start)
G00 X29.4           (Подвод к началу прохода 1)
G32 Z-52.0 F2.0     (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X28.9               (Подвод к началу прохода 2)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X28.5               (Подвод к началу прохода 3)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X28.1               (Подвод к началу прохода 4)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X27.8               (Подвод к началу прохода 5)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X27.56              (Подвод к началу прохода 6)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X27.36              (Подвод к началу прохода 7)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X27.26              (Подвод к началу прохода 8)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X200.0 Z150.0 M09   (Отвод инструмента)
```

Однопроходный цикл резьбы. Эта опция также используется для задания расположения резьбового участка на детали. Но в управляющую программу будет выводиться цикл G92. Она генерирует замкнутую последовательность ходов для одного прохода нарезания резьбы. Схема выполнения показана на рисунке ниже. Перед вызовом цикла инструмент находится в точке Start. Цикл вызывается одним кадром управляющей программы, в котором указывается конечная точка резьбы, шаг, размер конусности, фаски и др. В результате выполнения этого кадра инструмент из точки Start опустится в точку TSP, произведет нарезание резьбы до точки TEP и вернется в точку Start. Т.к. нарезание резьб обычно выполняют за несколько проходов, управляющая программа часто состоит из нескольких вызовов цикла с разным значением диаметра резьбы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

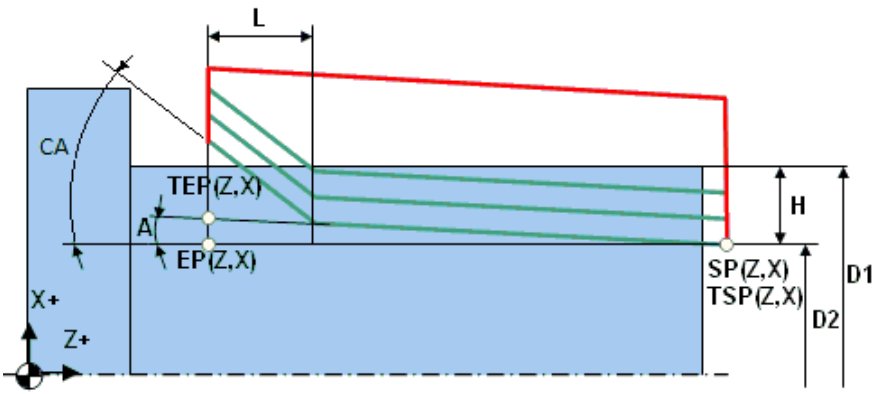


Нажмите здесь для раскрытия...

Пример УП

```
X60.0 Z20.0 M08
G01 Z10.0 F1.0          (Подход к точке Start)
G92 X29.4 Z-52.0 F2.0 (Вызов цикла одного прохода нарезания резьбы)
X28.9                   (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X28.5                   (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X28.1                   (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X27.8                   (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X27.56                  (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X27.36                  (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X27.26                  (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
G00 X200.0Z150.0M09    (Отвод инструмента)
```

Резьбовой цикл. Эта опция также используется для задания расположения резьбового участка на детали. Но в управляющую программу будет выводиться цикл G76. Цикл позволяет одним кадром управляющей программы задать все параметры, необходимые станку для нарезания резьбы. При этом требуемая глубина резьбы достигается автоматически выполнением нескольких проходов. Среди параметров цикла имеются такие как координаты начальной (TSP) и конечной (TEP) точек резьбы, угол конуса (A, для конических резьб), величина сбега резьбы (L, CA), углы профиля, глубина резьбы (H), количество проходов, стратегия врезания и др. Вы можете установить значение этих параметров интерактивно в графическом окне во вкладке **Рабочее задание** или ввести их числовые значения во вкладке **Параметры цикла**. За подробной информацией обращайтесь к документации стойки ЧПУ.



Нажмите здесь для раскрытия...

Пример УП

```
G01 X70 Z5.0 F1.0 M08            (Подвод в начальную точку цикла)
G76 P010060
G76 X57.4 Z-24.0 P1.3 Q0.35 F2.0 (Вызов цикла многопроходного
нарезания резьбы G76)
G00 X200.0 Z150.0 M09            (Отвод инструмента)
```

Параметры цикла:

Цикл обработки.

Выбирается один из доступных циклов токарной обработки, описанных в **Рабочем задании**. При переключении цикла в этом разделе, автоматически изменяется соответствующий элемент в **Рабочем задании**. Набор параметров отличается для каждого токарного цикла.

Нажмите здесь для раскрытия...

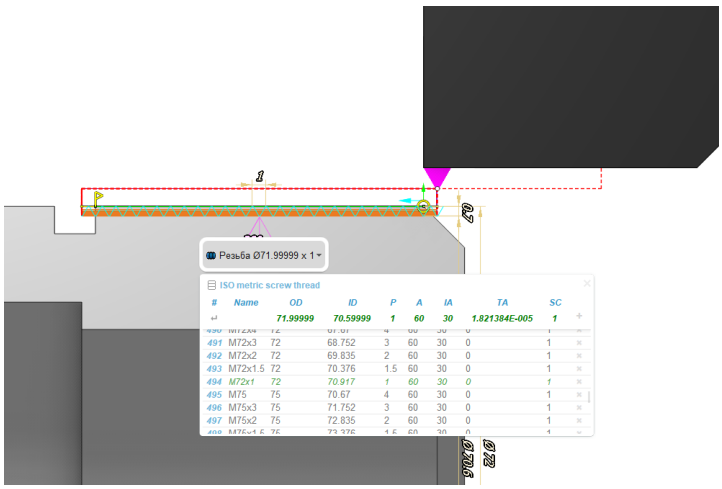
Безопасное расстояние. Определяет расстояние от резьбы до уровня переходов. Цикл проходит по данному уровню при перемещении от конца предыдущего прохода к началу следующего.

Форма резьбы. Группа параметров, определяющих геометрические параметры резьбы.

Нажмите здесь для раскрытия...

Библиотека резьб. Можно выбрать параметры резьбы из базы данных. Если параметры нарезаемой резьбы совпадают со стандартными, нет необходимости в указании всех параметров. Достаточно будет установить тип резьбы и из выпадающего списка выбрать ее обозначение. Все остальные параметры будут заполнены согласно стандартным значениям из базы данных. Вызвать таблицу параметров резьбы можно также во вкладке Рабочее задание, указав левой кнопкой мыши на профиль резьбы. При нажатии мышью на всплывающее меню с именем резьбы на экране появляется панель со списком резьб из которой вы можете выбрать наиболее подходящую стандартную либо свою собственную резьбу. Этот список резьб может быть отредактирован здесь же интуитивно понятным способом.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



В обоих случаях работа со стандартными типа резьб идентична:

Нажмите здесь для раскрытия...

Можно выбрать необходимый тип резьбы, кликнув на заголовок таблицы. Можно применить базу данных сос своим типом резьбы. Для этого в строке "Добавить новый файл" необходимо указать путь к файлу с базой данных резьбы. В таблице отображаются следующие поля:

#. Номер записи.

Name. Обозначение типа резьбы.

OD.Наружный диаметр резьбы.

ID. Внутренний диаметр резьбы.

P. Шаг резьбы.

A. Угол профиля резьбы

IA. Угол наклона профиля - определяет наклон одной из сторон профиля резьбы относительно вертикали.

TA. Угол конуса (для конических резьб).

SC. Число заходов (для многозаходных резьб).

+. Позволяет добавить новую строку. Новая строка появляется после той строки, на которой стоит курсор.

Символьное имя. Опциональное символьное обозначение типоразмера резьбы, например M10. Оно может быть полезно для быстрого поиска резьбы в таблице резьб. В случае нестандартной резьбы можно ввести свое обозначение.

Шаг. Расстояние между соседними одноименными точками профиля резьбы, расположенными на одной винтовой линии. Введите шаг нарезаемой резьбы в единицах длины или в количестве ниток резьбы на единицу длины.

Глубина. Задается высота профиля резьбы, т.е. разность между наружным и внутренним диаметрами. Эта величина должна

всегда иметь положительное значение, которое автоматически откладывается в нужном направлении. Направление зависит от выбранной Стороны обработки контура.

Угол профиля. Задает угол между двумя соседними сторонами профиля впадины.



Боковой угол. Определяет наклон одной из этих сторон относительно вертикали.



Формируемый в процессе обработки профиль зуба в значительной степени определяется формой и расположением инструмента. Углы профиля, задаваемые на страничке **Форма резьбы**, используются для расчета траектории, однако они не синхронизируются с ориентацией инструмента, поэтому необходимо следить за указываемыми на вкладке **Инструмент** свойствами инструмента.

Фаска. Определяет выход инструмента из заготовки в конце рабочего хода. Обеспечивает корректное окончание винтовой поверхности резьбы в случае, если с соответствующей стороны от резьбы отсутствует канавка под выход режущего инструмента.

Автоматически по отводу. Выход инструмента определяется отрезками выхода, задаваемыми интерактивно в графическом окне во вкладке **Рабочее Задание**.

Длина. Определяет длину сбега резьбы в мм.

% от шага. Определяет длину сбега резьбы в процентах от **Шага** резьбы.

Угол. Определяет угол расположения выходного участка по отношению к горизонтали.

Количество заходов. Если указать два или более заходов, будет нарезаться многозаходная резьба. Разные типы циклов по разному используют параметр Число заходов. При использовании типа цикла ISO G76, количество заходов передается параметром внутрь цикла. Однако данный цикл не во всех стойках ЧПУ имеет соответствующий параметр. В подобных случаях нарезание многозаходной резьбы можно производить путем повторного задания такого же цикла, но с другим значением параметра Начальный угол шпинделя. Другим вариантом может служить использование типа цикла ISO G92 или развернутого формата ISO G32/G33. В этом случае операция сразу генерирует нужное количество проходов с разными начальными углами шпинделя.

Начальный угол шпинделя. Определяет угол относительно оси X, с которого начинается нарезание винтовой линии резьбы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Последовательность. Определяет режим врезания на каждом проходе. Обычно для получения качественной поверхности и снижения нагрузки на инструмент резьба нарезается в несколько проходов.

Нажмите здесь для раскрытия...

Радиально. Направление врезания перпендикулярно оси вращения.



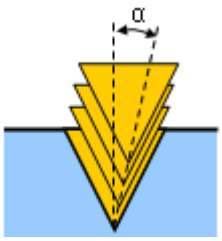
Гранью . Врезание производится вдоль одной из боковых граней профиля резьбы.



Переменно гранями . Врезание производится поочередно вдоль двух боковых граней профиля резьбы.



Под углом . Устанавливается произвольный угол врезания в параметре **Угол**.



Метод определения глубины. Регулирует способ определения глубин резания. При равенстве глубин резания на разных слоях врезание к следующему слою обычно приводит к изменению площади снимаемого инструментом материала и соответственно, изменению нагрузки на инструмент. Для сохранения постоянства нагрузки, можно производить расчет глубины резания исходя из сохранения площади срезаемого инструментом материала постоянным.

Равная площадь. В этом режиме глубина резания уменьшается от слоя к слою, для того, чтобы поддержать постоянную площадь сечения стружки на каждом проходе.



Равная глубина. Глубина резания постоянна на каждом проходе.



Задать число черновых проходов можно, указав непосредственно их число, либо указав глубину резания при первом проходе.

Число ходов. Задаётся число черновых проходов.

Величина первого хода. Задается глубина резания на первом черновом проходе.

Минимальная глубина прохода. Если рассчитываемое значение глубины резания на каком-либо проходе становится меньше данной величины, то используется указанное значение.

Количество чистовых проходов. Задается количество выглаживаний с учетом чистового прохода. Чистовые ходы обычно выполняют с целью повышения качества формируемой поверхности. Чистовые ходы в операции нарезания резьбы разделены на два типа: непосредственно чистовой ход и выглаживания. Чистовой ход может включаться и выключаться, но он всегда только один, его глубина задается в соответствующем поле. Выглаживания отличаются от чистового хода тем, что совершаются при нулевой глубине резания и, фактически, повторяют траекторию предшествующего им хода.

Глубина чистового прохода. Определяет припуск на чистовой проход.

Компенсация. Параметр управляет корректорами на инструмент.

Нажмите здесь для раскрытия...

Корректор на длину. Управляет выводом в управляющую программу номеров корректоров инструмента, которые заданы в **Списке инструментов − Свойства инструмента − Номера.**

Первый. В управляющую программу выводится **Номер 1-го корректора.**

Второй. В управляющую программу выводится **Номер 2-го корректора.**

Скруглить дугами:

При установленном флаге выполняется огибание наружных углов траектории дугами с радиусом, равным радиусу при вершине резца. Параметры этой группы такие же как в операции **Наружное и внутреннее черновое точение**. Узнать больше.(see page 1176)

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

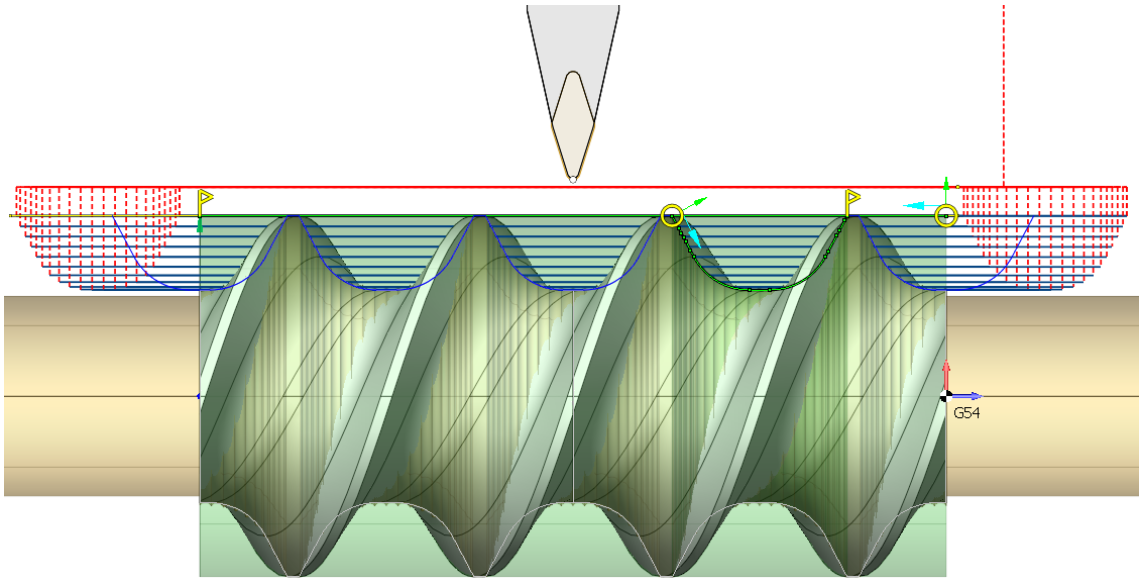
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

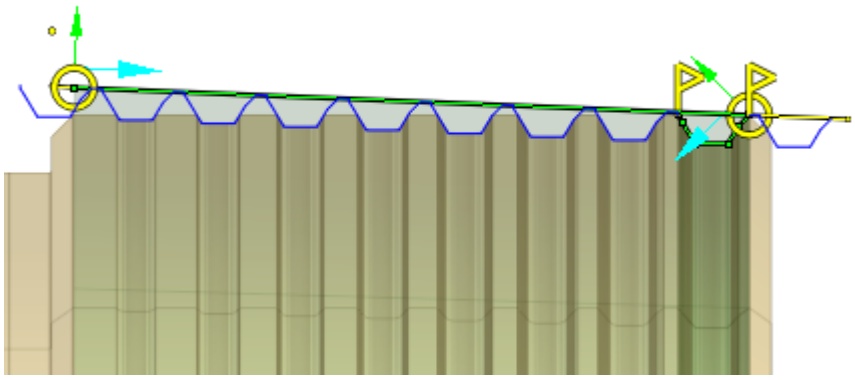
5.9.2.6 Профильная резьба

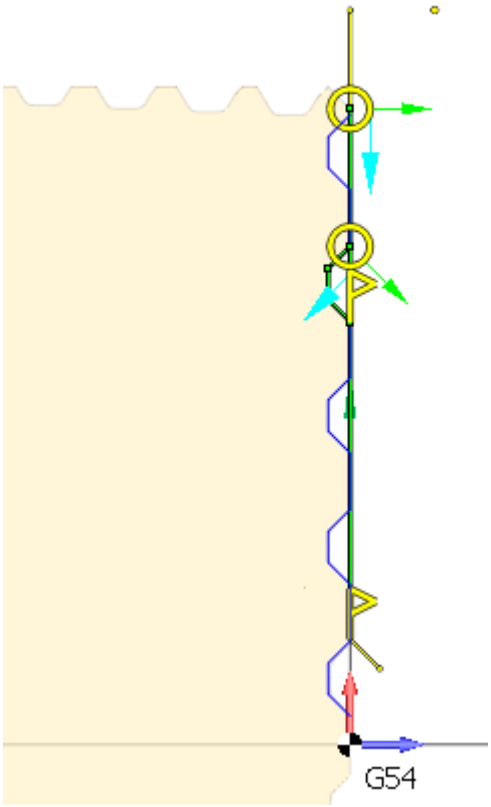


Область применения:

Операция **Нарезание профильной резьбы** позволяет изготавливать резьбу, форма которой отличается от формы инструмента. Это достигается благодаря тому что материал внутри резьбовой канавки полностью удаляется серией

последовательных проходов, взаимное расположение которых учитывает одновременно и форму инструмента, и форму самой резьбовой канавки. Поэтому, в отличие от операций нарезания резьбы стандартной формы, в рабочее задание необходимо добавлять одновременно два элемента: элемент, который определяет положение начала и конца резьбы на детали, и элемент, который определяет форму резьбовой канавки. В зависимости от ориентации задаваемых контуров можно получать цилиндрическую, коническую или торцевую резьбу (спираль Архимеда).





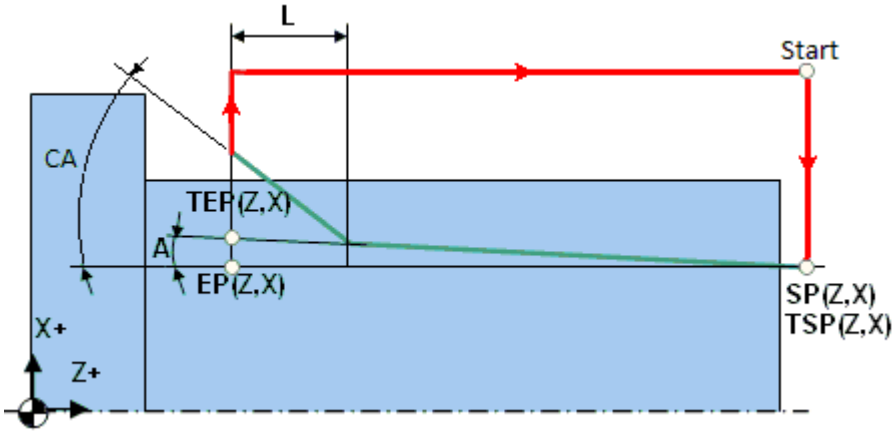
Рабочее задание:

Резьбонарезание. Определяет расположение резьбового участка на детали. При выборе данного пункта, система автоматически строит линию резьбового участка на профиле детали. Эту линию можно изменить интерактивно в графическом окне, передвинув точки начала и конца, изменив стрелку направления резьбы, изменив стрелку стороны впадины резьбы, Сместив линию, можно сместить наружный или внутренний диаметр резьбы. Одна операция

© 2025 ООО СПРУТ Технология

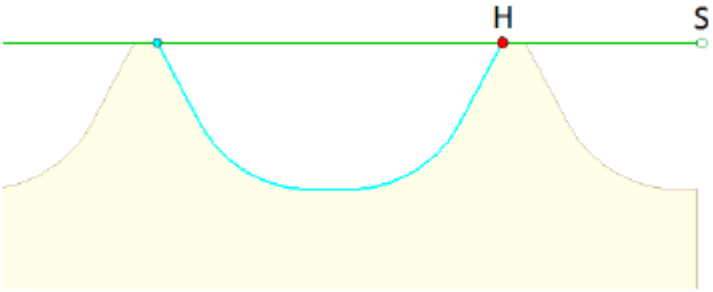
всегда учитывает только один элемент из списка рабочего задания. Если нужно обработать несколько резьб, даже если их параметры совпадают, следует создать столько операций, сколько резьб требуется нарезать. То, какая резьба будет нарезана - внутренняя или наружная - задается стороной обработки контура (перпендикулярная стрелочка возле начала контура). Направление резьбы - правая или левая - зависит от заданного направления обработки контура (параллельная стрелочка возле начала контура), а также от направления вращения шпинделя. Участки подхода и отхода контура позволяют задать удлинение или фаску для выхода инструмента. Выполнение данной команды активирует режим непрерывного нарезания цилиндрической или конической резьбы с постоянным шагом (G23/G33) . В этом режиме включается синхронизация между перемещением инструмента и вращением шпинделя. Все последующие перемещения инструмента до ближайшей команды переключения интерполяции или режима ускоренных перемещений будут совершаться в данном режиме нарезания резьбы. Если инструмент совершает перемещение параллельно оси вращения шпинделя, то формируется цилиндрическая резьба. Если инструмент перемещается одновременно вдоль оси и перпендикулярно оси вращения получается участок конической резьбы. Возможно и нарезание специальной торцевой резьбы, когда инструмент совершает перемещения только перпендикулярно оси вращения шпинделя. В этом случае на торце формируется канавка в форме спирали Архимеда. Команда G32/G33 не генерирует никаких перемещений, поэтому все перемещения резания инструмента, а также подводы, отводы и переходы к следующему проходу должны задаваться отдельно во вкладках **Стратегия** и **Переходы**.

Однопроходный цикл. Эта опция также используется для задания расположения резьбового участка на детали. Но в управляющую программу будет выводиться цикл G92. Она генерирует замкнутую последовательность ходов для одного прохода нарезания резьбы. Схема выполнения показана на рисунке ниже. Перед вызовом цикла инструмент находится в точке Start. Цикл вызывается одним кадром управляющей программы, в котором указывается конечная точка резьбы, шаг, размер конусности, фаски и др. В результате выполнения этого кадра инструмент из точки Start опустится в точку TSP, произведет нарезание резьбы до точки TEP и вернется в точку Start. Т.к. нарезание резьб обычно выполняют за несколько проходов, управляющая программа часто состоит из нескольких вызовов цикла с разным значением диаметра резьбы.



Резьбовая канавка. Эта опция задает контур, который определяет профиль резьбовой канавки. Этот контур будет размножен вдоль линии резьбы, заданной как **Резьбонарезание** или **Однопроходный цикл**, с шагом, равным **Шагу нитки резьбы**, задаваемому на вкладке **Параметры цикла**. **Шаг нитки резьбы** можно задать в интерактивном режиме в графическом окне. При задании этой опции следует обратить внимание на направление и сторону расположения канавки,

чтобы они соответствовали аналогичным параметрам резьбовой линии. На рисунке зеленая кривая определяет начальную (точка S) и конечную точки резьбы. Голубая кривая задает форму резьбовой канавки. Красным цветом на этом контуре рисуется точка (точка H), которая совмещается по высоте с точкой начала резьбы S. Т.к. кривая, определяющая профиль, может лежать в произвольном месте относительно точки начала резьбы, необходимо правильно задавать положение точки H.



Свойства. Отображает свойства выбранного элемента. Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню Свойства двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Параметры цикла:

Цикл обработки.

Выбирается один из доступных циклов токарной обработки, описанных в **Рабочем задании**. При переключении цикла в этом разделе, автоматически изменяется соответствующий элемент в **Рабочем задании**. Набор параметров отличается для каждого токарного цикла.

Нажмите здесь для раскрытия...

Уровень перехода. Определяет расстояние от резьбы до уровня переходов. Цикл проходит по данному уровню при перемещении от конца предыдущего прохода к началу следующего.

Форма резьбы. Группа параметров, определяющих геометрические параметры резьбы.

Нажмите здесь для раскрытия...

Библиотека резьб. Можно выбрать параметры резьбы из базы данных. Если параметры нарезаемой резьбы совпадают со стандартными, нет необходимости в указании всех параметров. Достаточно будет установить тип резьбы и из выпадающего списка выбрать ее обозначение. Все остальные параметры будут заполнены согласно стандартным значениям из базы данных.

Символьное имя. Опциональное символьное обозначение типоразмера резьбы, например M10. Оно может быть полезно для быстрого поиска резьбы в таблице резьб. В случае нестандартной резьбы можно ввести свое обозначение.

Шаг нитки резьбы. Расстояние между соседними одноименными точками профиля резьбы, расположенными на одной винтовой линии. Введите шаг нарезаемой резьбы в единицах длины или в количестве ниток резьбы на единицу длины.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Число заходов. Если указать два или более заходов, будет нарезаться многозаходная резьба. Разные типы циклов по разному используют параметр Число заходов. При использовании типа цикла ISO G76, количество заходов передается параметром внутрь цикла. Однако данный цикл не во всех стойках ЧПУ имеет соответствующий параметр. В подобных случаях нарезание многозаходной резьбы можно производить путем повторного задания такого же цикла, но с другим значением параметра Начальный угол шпинделя. Другим вариантом может служить использование типа цикла ISO G92 или развернутого формата ISO G32/G33. В этом случае операция сразу генерирует нужное количество проходов с разными начальными углами шпинделя.

Начальный угол шпинделя. Определяет угол относительно оси X, с которого начинается нарезание винтовой линии резьбы.

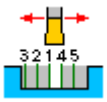
Черновые проходы. При установке флага материал из впадин резьбы удаляется за несколько проходов. Это необходимо для получения качественной поверхности и снижения нагрузки на инструмент. Черновые ходы получаются последовательным перемещением инструмента с фиксированным шагом вдоль оси вращения и могут быть разделены на несколько слоев.

Припуск на дно. Это припуск, который оставляется на дне резьбовой канавки для снятия последующими чистовыми проходами.

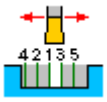
Припуск на сторону. Это припуск, который оставляется на сторонах резьбовой канавки для снятия последующими чистовыми проходами.

Направление обработки. Определяет порядок выполнения черновых ходов.

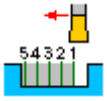
Двунаправленное. Черновые проходы выполняются начиная от середины резьбовой канавки к ее периферии: сначала к правой стороне, затем - к левой.



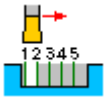
Поочередное. Черновые проходы выполняются начиная от середины резьбовой канавки к ее периферии, но чередуя проходы по направлению к правой и к левой стороне.



Прямое. Черновые проходы идут в одном направлении – от начальной точки **Рабочего задания** до конечной**.** По умолчанию, обработка производится справа налево.



Обратное. Черновые проходы идут в одном направлении – от конечной точки **Рабочего задания** до начальной**.** По умолчанию, обработка производится слева направо.

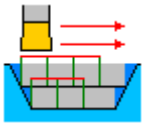


Черновой шаг. Расстояние между двумя соседними черновыми проходами вдоль резьбы. Может задаваться общим количеством ходов (общая ширина впадины делится на количество ходов), либо непосредственно расстоянием между ходами.

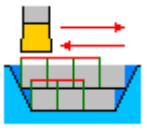
Многослойный. Позволяет снять черновой материал за несколько слоев.

Выкл. Соответствует однослойной обработке.

В одну сторону. Активируется многослойная обработка, расположение черновых ходов на каждом слое одинаково.



Зигзагом. Активируется многослойная обработка, расположение ходов в первом слое соответствует параметру **Направление обработки**, а в каждом следующем слое противоположно предыдущему слою.



Шаг в глубину. Определяет максимальную глубину, на которую может врезаться инструмент при переходе к следующему слою. Может задаваться в единицах длины или количеством слоев.

Чистовое нарезание резьбы. При установке флага, генерируются чистовые ходы располагаются вдоль контура резьбы, заданного в **Рабочем задании**.

Чистовой шаг. Расстояние между соседними ходами, отсчитываемое по длине резьбового контура. Может указываться количеством ходов либо непосредственно расстоянием в единицах длины.

Направление обработки. Определяет порядок выполнения чистовых ходов.

Вперед. Последовательность чистовых проходов соответствует направлению к шпинделю.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Назад. Последовательность чистовых проходов соответствует направлению от шпинделя.



Двунаправленное. Чистовые проходы располагаются в направлении от стенок резьбовой канавки к ее центру.



Компенсация. Параметр управляет корректорами на инструмент.

Корректор на длину. Управляет выводом в управляющую программу номеров корректоров инструмента, которые заданы в **Списке инструментов − Свойства инструмента − Номера.**

Первый. В управляющую программу выводится **Номер 1-го корректора.**

Второй. В управляющую программу выводится **Номер 2-го корректора.**

Скруглить дугами:

При установленном флаге выполняется огибание наружных углов траектории дугами с радиусом, равным радиусу при вершине резца. Параметры этой группы такие же как в операции **Наружное и внутреннее черновое точение**. Узнать больше.(see page 1176)

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

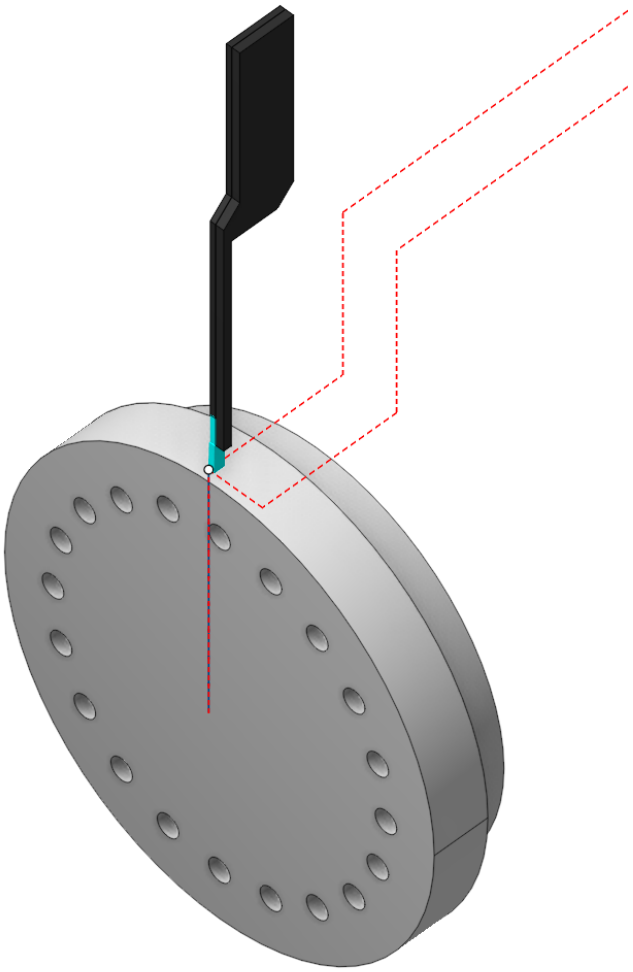
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.9.2.7 Токарная отрезка



Область применения:

Целью этой операции является отсечение обрабатываемой детали от остатков материала заготовки с одновременным формированием задней части детали, в том числе созданием на ней фаски или радиуса. Перед отрезкой заготовку можно подготовить, например, обработав канавку.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для настройки основных параметров проекта. Это может быть позиционирование детали на оборудовании, система координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Отрезка. Выполняет отрезка обрабатываемой детали от остатков материала заготовки, а также обработку задней поверхности детали. Система генерирует контур рабочего цикла в виде вертикальной линии, соединяющей внешний и внутренний диаметры детали с правой или левой стороны.

Контур. Формируется единичный проход, траектория которого идентична геометрическому контуру детали. Могут выполняться пристыковка подхода и отхода, смещение на заданные припуски, исключение теневых зон, недостижимых заданным инструментом, компенсация радиуса инструмента. Узнать больше(see page 1240)

Простая канавка. Оптимизирован для обработки простых прямоугольных канавок за минимальное число действий. Узнать больше(see page 1259)

Канавка. Этот цикл аналогичен черновой обработке, но процесс обработки выводится в программу ЧПУ как цикл, аналогичный ISO G71/G72. Узнать больше(see page 1253)

Зигзаг. Инструмент удаляет черновую заготовку слой за слоем. В каждом слое он погружается вниз на глубину резания и совершает горизонтальное движение. Таким образом, горизонтальные проходы в чередующихся направлениях удаляют всю черновую заготовку слой за слоем. Узнать больше(see page 1268)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента. Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню Свойства двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Параметры цикла:

Цикл обработки.

Вы можете выбрать один из доступных **циклов** токарной обработки, описанных в задании. При переключении цикла в этом разделе автоматически меняется соответствующий элемент в **Рабочем задании**. Набор параметров варьируется для каждого цикла токарной обработки.

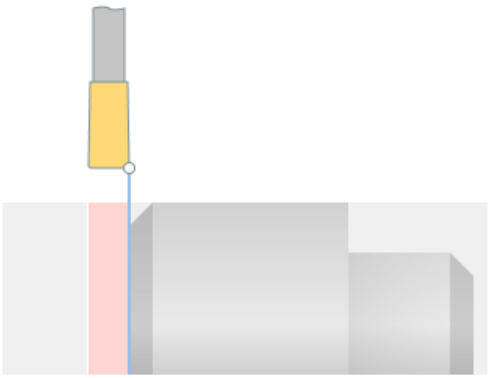
Нажмите здесь для раскрытия...

Сгладить острое ребро. Определяет способы формирования наружной кромки на заднем торце отрезаемой детали.

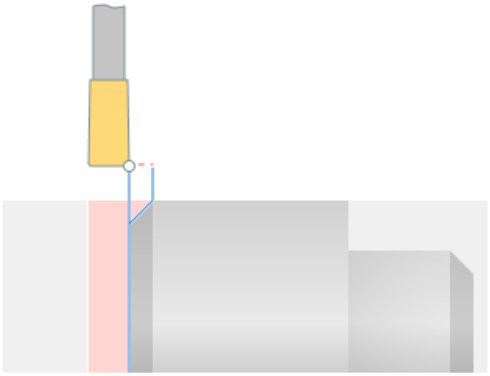
Нажмите здесь для раскрытия...

Выкл. Наружная кромка на заднем торце детали остается неизменной после предыдущих операций.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Фаска. Формируется фаска на наружной кромке заднего торца детали.



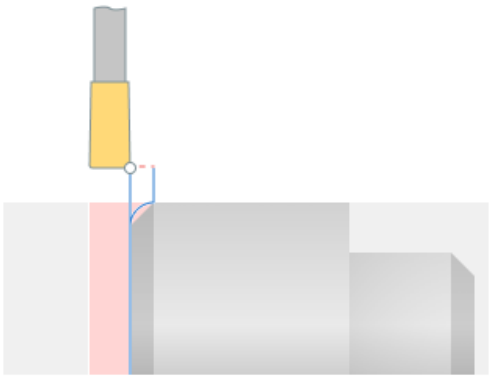
Размер. Введите размер фаски.

Угол. Введите угол фаски. Угол отсчитывается от вертикали.

Делать подготовительный проход. Перед основным рабочим ходом, резец формирует канавку высвобождения, глубиной несколько большей величины фаски, чтобы исключить работу боковой стороной пластины при дальнейшем формировании фаски.

Сгладить острое ребро. Определяет способы формирования наружной кромки на заднем торце отрезаемой детали.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

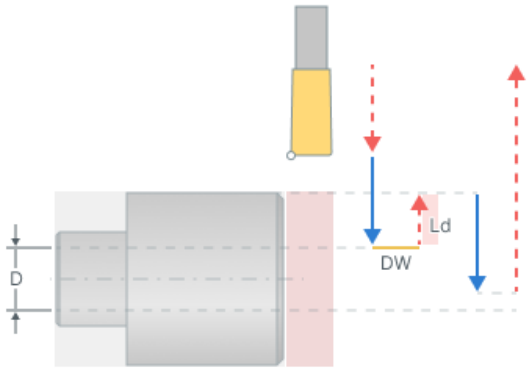


Размер. Аналогично **Фаске.**

Делать подготовительный проход. Аналогично **Фаске.**

Уменьшить скорость в конце. Позволяет задать отдельную скорость вращения шпинделя и скорость подачи в конце отрезки. Может применяться, например, при отрезке тяжелых деталей.

Нажмите здесь для раскрытия...



Диаметр (D). Определяет диаметр на детали, с которого начинается изменение скоростей**.** (См. подсказку **Уменьшить скорость в конце**.).

Отскок (Ld). По достижении заданного **Диаметра**, резец на быстром ходу отводится назад на величину **Отскока** в радиальном выражении, устанавливается новая **Скорость шпинделя**, затем резец продолжает движение к центу заготовки с новой **Скоростью шпинделя** и подачей. (См. подсказку **Уменьшить скорость в конце**.).

Скорость шпинделя. Частота вращения шпинделя, устанавливаемая в конце отрезки**.**

Задержка (сек)(DW). Задержка подачи, в течении которой происходит изменение скорости. (См. подсказку **Уменьшить скорость в конце**).

Ломка стружки. Управляет режимом кинематического дробления стружки, при котором после заданной длины резания, резец отскакивает для прекращения образования сливной стружки. Затем резец снова подводится и продолжает резание.

Нажмите здесь для раскрытия...

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Шаг в глубину. Указывается глубина хода, после которого резец отскакивает для дробления стружки.

Отход. Величина отскока устанавливается в мм

Пауза. Управляет остановкой подачи.

Нажмите здесь для раскрытия...

Выкл. The feed does not stop neither at the bottom, nor at every layer.

На нижнем слое. Остановка подачи происходит в конце рабочего хода отрезки.

На каждом слое. Остановка подачи происходит на каждом **Шаге** в глубину при включенном режиме **Ломки стружки**.

Возврат на верхний уровень. При установленном флаге, после окончания отрезки, резец возвращается в начало рабочего хода. В противном случае, резец остается в конце рабочего хода.

Отвод противошпинделя. Позволяет задать расстояние, на которое должен быть отодвинут противошпиндель после завершения отрезки.

Нажмите здесь для раскрытия...

Выкл. The system does not control counterspindle.

mm. The counterspindle back off is set in length units**.**

% width of tool. The counterspindle back off is set as a percentage of the cutting tool width.

Counterspindle axis. The machine axis name controlling the counterspindle movement.

Компенсация. Этот параметр управляет методом вывода ширины фрезы и компенсации длины инструмента.

Нажмите здесь для раскрытия...

Компенсация ширины инструмента. Учитывается ширина пластины резца.

Выкл. Не учитывается ширина пластины резца. При использовании этого режима на сложных контурах возможны зарезы либо недоработки, что требует особого внимания при моделировании обработки.

Вкл. Учитывается ширина пластины резца.

Эта группа параметров работает аналогично **Наружное** и **внутреннее** черновое точение. Узнать больше(see page 1176)

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

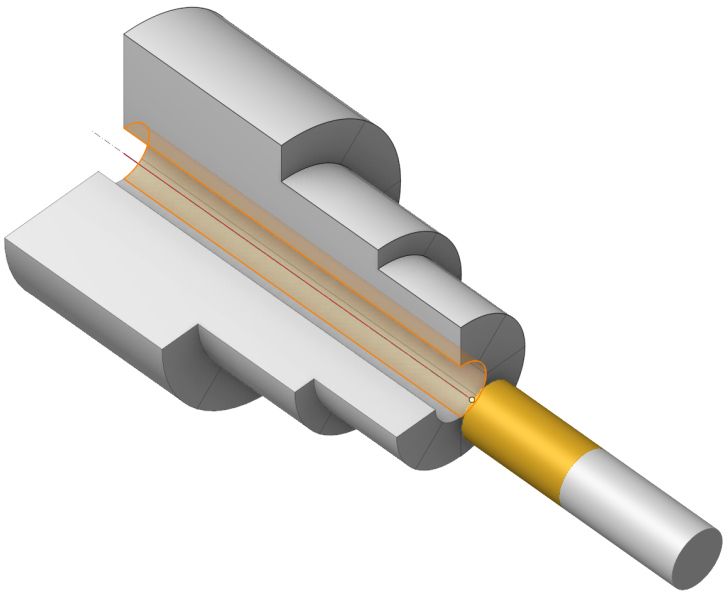
Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

5.9.2.8 Токарная операция обработки отверстий



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Область применения:

Операции обработки отверстий предназначены для сверления, центрирования, растачивания, зенковки, нарезания резьбы, фрезерования резьбы и обработки карманов. Он может обрабатывать отверстия, не лежащие в одной плоскости и не лежащие в ортогональных плоскостях. Операцию можно использовать как для обработки отверстий в модели, так и для предварительного сверления точек погружения инструмента для выполнения карманов и операций.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

Рабочее задание:

Центр. Создайте отверстие по центральной точке.

Создать. Создайте отверстие путем ввода координат. Узнать больше(see page 548)

Распознать. Автоматическое распознавание отверстий в детали. Узнать больше(see page 551)

Схема. Создает массив отверстий по схеме Узнать больше(see page 552)

Сортировка. Сортировка с использованием некоторых параметров для сортировки списка отверстий. Узнать больше(see page 558)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка

Стратегия:

Эта группа параметров работает аналогично операции **Обработка отверстий**. Узнать больше(see page 791)

Переходы:

Во вкладке **Переходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы

между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями . Узнать больше(see page 622).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах **Переходов.** Узнать больше(see page 657).

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операций, позволяющих выполнить преобразование координат для рассчитываемой в процессе работы траектории движения инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

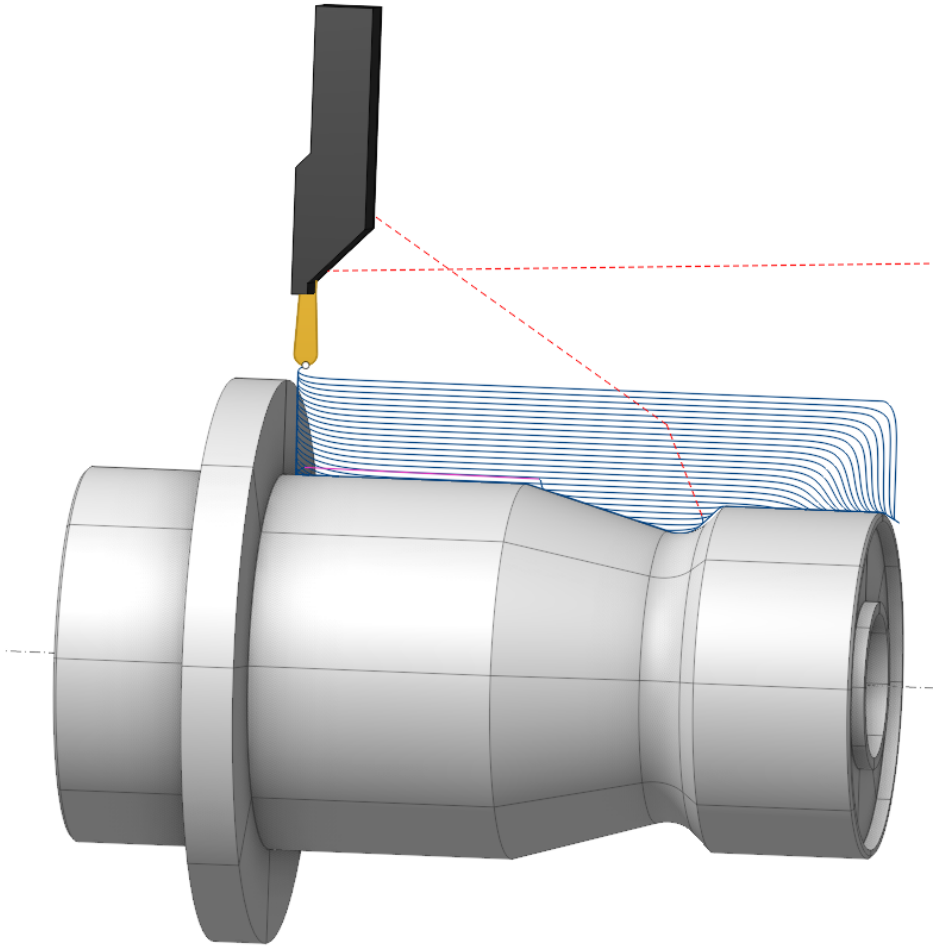
Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.9.2.9 Адаптивная обработка



Область применения:

В операции генерируется оптимизированная плавная траектория, которая обеспечивает постоянную нагрузку на инструмент, позволяя продлить срок его службы и существенно повысить скорость обработки за счет увеличения подачи резания. Точение производится более чем в 2 раза быстрее по сравнению с классическим циклом **Канавки**. Этот цикл основан на стратегии **Адаптивная** из **Черновой послойной операции.**(see page 876) Все параметры цикла аналогичны этой стратегии.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для настройки основных параметров проекта. Это может быть позиционирование детали на оборудовании, система координат детали и многое другое. Узнать больше.(see page 476)

Рабочее задание:

Черновая обработка. Используется для удаления материала на высокой подаче с небольшим шагом выборки, скругленными проходами, без острых углов в траектории. Врезания в заготовку производятся с использование щадящей для

инструмента техники вкатывания (Roll-in technique). Возможно выполнять обработку как в прямом, так и в обратном направлениях.

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента. Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню Свойства двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Параметры цикла:

Цикл обработки.

В этой операции доступен только цикл **Адаптивное точение**.

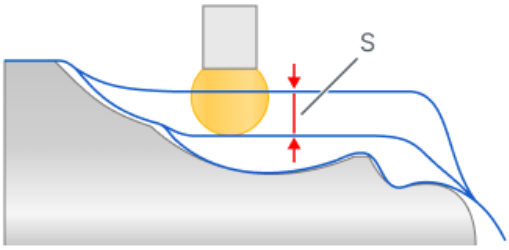
Нажмите здесь для раскрытия...

Траектория.

Определяются основные параметры, набор которых может меняться в зависимости от выбранной стратегии в разделе **"Цикл"**:

Нажмите здесь для раскрытия...

Шаг. Расстояние между проходами инструмента, равно глубине резания.

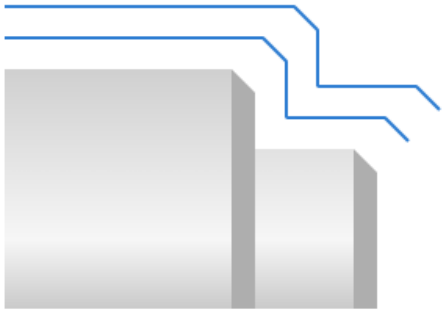


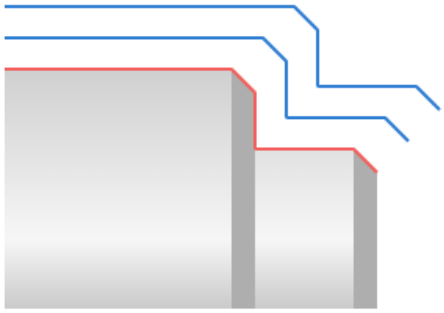
S - Шаг

Встречный шаг. Когда активен **Двунаправленный** режим точения, можно задать шаг в обратном направлении отличный от **Шага** в прямом направлении. Этот параметр выражается в процентах от **Шага** в прямом направлении.

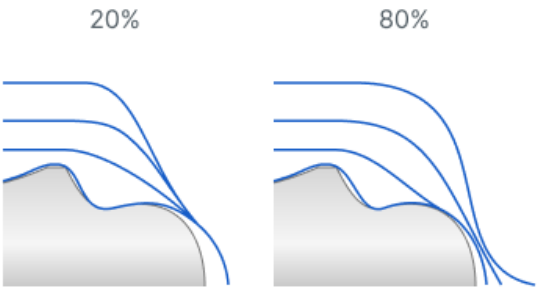
Чистовой проход. Контур, указанный в **Рабочем задании**, становится чистовым. К нему добавляется дополнительный черновой проход на расстоянии, указанном в параметре.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

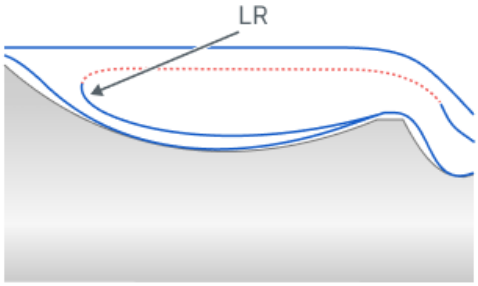




Черновой радиус сглаживания. Определяет радиусы скруглений участков врезания и выхода при черновых проходах.

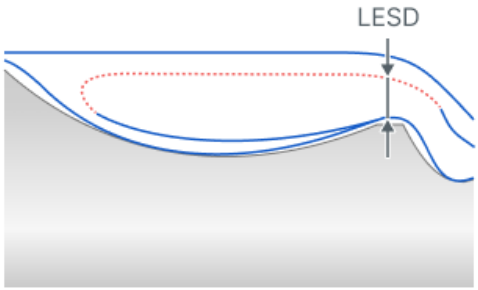


Радиус перехода. Радиус которым сглаживаются вспомогательные переходы между рабочими проходами.



LR - Радиус перехода

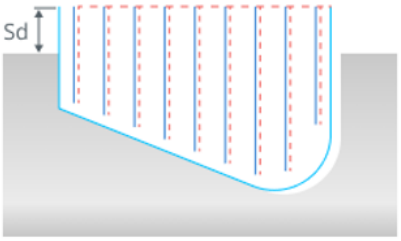
Безопасное расстояние подхода. Это минимальное расстояние относительно необработанных участков заготовки, на котором производится перемещение инструмента на быстром ходу между участками обработки.



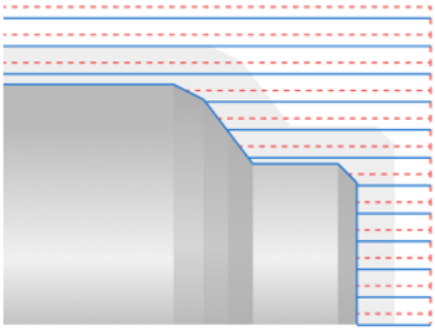
LESD - Безопасное расстояние подхода

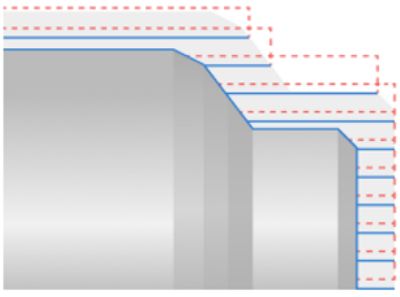
Безопасное расстояние. Определяет расстояние между верхним уровнем Рабочего задания и верхним уровнем траектории. Однако при включенном параметре "**Учитывать заготовку**", верхний уровень траектории будет выбран автоматически.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Учитывать заготовку. При установленном флаге учитывается текущее состояние заготовки удаляет все проходы, которые не выполняют реальной обработки заготовки. Это позволяет значительно сократить время обработки, особенно если форма припуска сложная. Узнать больше(see page 1244).

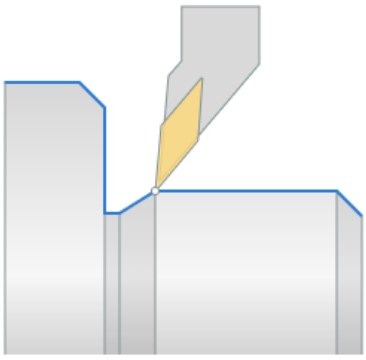




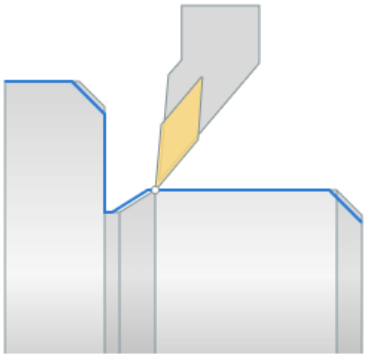
Компенсация. Управляет способом учета параметров режущей пластины.

Компенсация ширины пластины. Этот параметр управляет способом учета радиуса при вершине инструмента.

Выкл. Контур траектории инструмента выводится в управляющую программу без учета радиуса при вершине резца. При использовании этого режима на сложных контурах возможны зарезы либо недоработки, что требует особого внимания при моделировании обработки.



Компьютер. Система учитывает ширину пластины, радиус при вершине и строит траекторию с соответствующую первой **Настроечной точке** инструмента.



Направление.

Определяет направление рабочих проходов.

Нажмите здесь для раскрытия...

Двунаправленное. Рабочие проходы выполняются в прямом и обратном направлении относительно начальной точки **Рабочего задания.**

Прямое. Рабочие проходы выполняются в направлении к шпинделю

Обратное. Рабочие проходы выполняются в направлении от шпинделя.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Скруглить дугами.

При установленном флаге выполняется огибание наружных углов траектории дугами с радиусом, равным радиусу при вершине резца. Параметры этой группы работают так же как и операциях **Наружного и внутреннего чернового точения**. Узнать больше.(see page 1176)

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

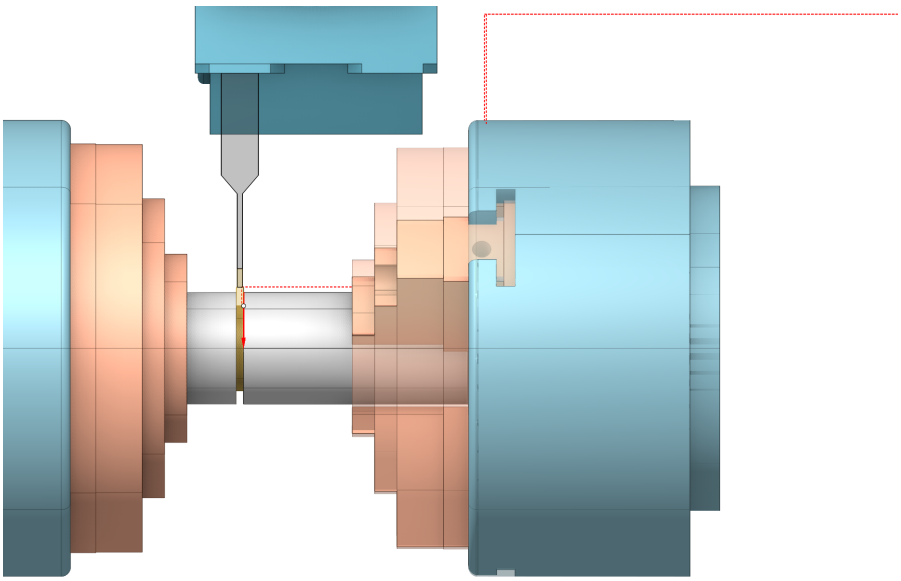
Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.9.2.10 Токарная отрезка с перехватом



Область применения:

Целью этой операции является отсечение обрабатываемой детали от остатков материала заготовки с одновременным формированием задней части детали, в том числе созданием на ней фаски или радиуса. Перед отрезкой заготовку можно подготовить, например, обработав канавку. Отличается от операции **Токарная отрезка** тем, что в конце операции заготовка перемещается в другой шпиндель.

Наладка:

Вкладка **Наладка** используется для настройки основных параметров проекта. Это может быть позиционирование детали на оборудовании, система координат детали и многое другое. Узнать больше.(see page 476)

Рабочее задание:

Отрезка. Выполняет отрезка обрабатываемой детали от остатков материала заготовки, а также обработку задней поверхности детали. Система генерирует контур рабочего цикла в виде вертикальной линии, соединяющей внешний и внутренний диаметры детали с правой или левой стороны.

Контур. Формируется единичный проход, траектория которого идентична геометрическому контуру детали. Могут выполняться пристыковка подхода и отхода, смещение на заданные припуски, исключение теневых зон, недостижимых заданным инструментом, компенсация радиуса инструмента. Узнать больше(see page 1240)

Простая канавка. Оптимизирован для обработки простых прямоугольных канавок за минимальное число действий. Узнать больше(see page 1259)

Канавка. Этот цикл аналогичен черновой обработке, но процесс обработки выводится в программу ЧПУ как цикл, аналогичный ISO G71/G72. Узнать больше(see page 1253)

Зигзаг. Инструмент удаляет черновую заготовку слой за слоем. В каждом слое он погружается вниз на глубину резания и совершает горизонтальное движение. Таким

© 2025 ООО СПРУТ Технология

образом, горизонтальные проходы в чередующихся направлениях удаляют всю черновую заготовку слой за слоем. Узнать больше(see page 1268)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента. Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню Свойства двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

Ограничения. Это позволяет вам ограничивать области, которые не должны быть обработаны. Узнать больше(see page 560)

Параметры цикла:

Часть параметров работает аналогично операции **Токарная отрезка**. Узнать больше(see page 1222)

Часть параметров работает аналогично операции **Токарный перехват**. Узнать больше(see page 1458)

Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

Заготовка:

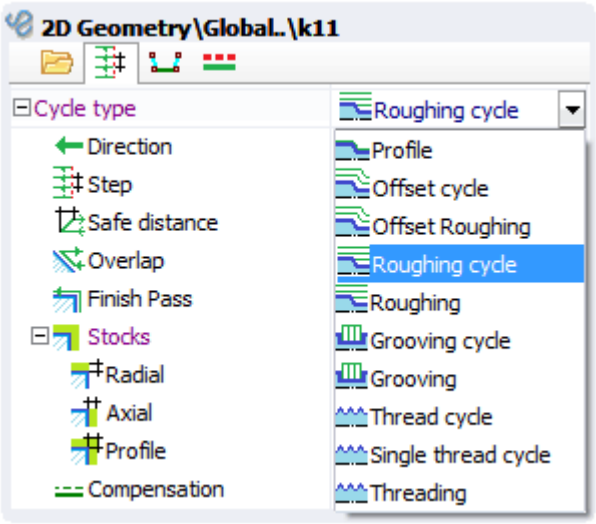
Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.9.3 Токарные циклы

Тип цикла определяет способ формирования траектории на основе заданного контура. Доступны следующие типы элементов рабочего задания для токарных операций.



- В режиме "Контур(see page 1240)" в управляющую программу выводится заданный контур без каких-либо дополнений.
- Цикл повтора(see page 1244) позволяет сформировать цикл ISO G73 на основе заданного контура.
- Повтор контура(see page 1240) формирует траекторию аналогичную ISO G73(see page 1244), но она выводится в развернутом виде. Этот режим позволяет учитывать текущее состояние заготовки.
- Черновой цикл(see page 1248) позволяет сформировать один из циклов ISO G71/G72 на основе заданного контура.
- Черновая обработка(see page 1246) формирует траекторию аналогичную ISO G71/G72(see page 1248), но она выводится в развернутом виде. Этот режим позволяет учитывать текущее состояние заготовки.
- Режим Канавки(see page 1253) формирует траекторию аналогичную ISO G74/G75(see page 1275), но она выводится в развернутом виде. Этот режим позволяет учитывать текущее состояние заготовки. В последующих версиях системы этот режим будет улучшен и позволит учитывать реальную конфигурацию канавки.
- Резьбовой цикл(see page 1260) - цикл многопроходного нарезания резьбы с выводом траектории в формате ISO G76.
- Однопроходный цикл резьбы(see page 1260) - нарезание резьбы, которое также может быть осуществлено за несколько проходов. Однако каждый из проходов траектории будет оформлен в виде отдельного цикла формата ISO G92.
- Резьба(see page 1260) - нарезание резьбы с развернутым форматом вывода. Т.е. каждое перемещение инструмента будет осуществляться отдельным кадром управляющей программы. Перемещения, производящие непосредственно нарезание резьбы, выполняются в режиме синхронизации с вращением шпинделя, который включается командой ISO G32/G33. Развернутый формат вывода позволяет нарезать специфические типы резьб, например состоящие из участков с разной конусностью, спирали на торцах и т.п.
- 4-х осевое точение(see page 1270) позволяет производить чистовую обработку труднодоступных участков при помощи всего одной операции за счет непрерывного изменения угла наклона инструмента в процессе перемещения вдоль контура (с использованием 4-й оси станка, при ее наличии).
- Цикл Зигзаг(see page 1268). Позволяет обрабатывать закрытые области нейтральным инструментом, который может точить в обоих направлениях, горизонтальными ходами с чередующимся направлением.
- Цикл Отрезка(see page 1274). Предназначен для отделения готовой обработанной части заготовки с одновременным формированием заднего торца детали.

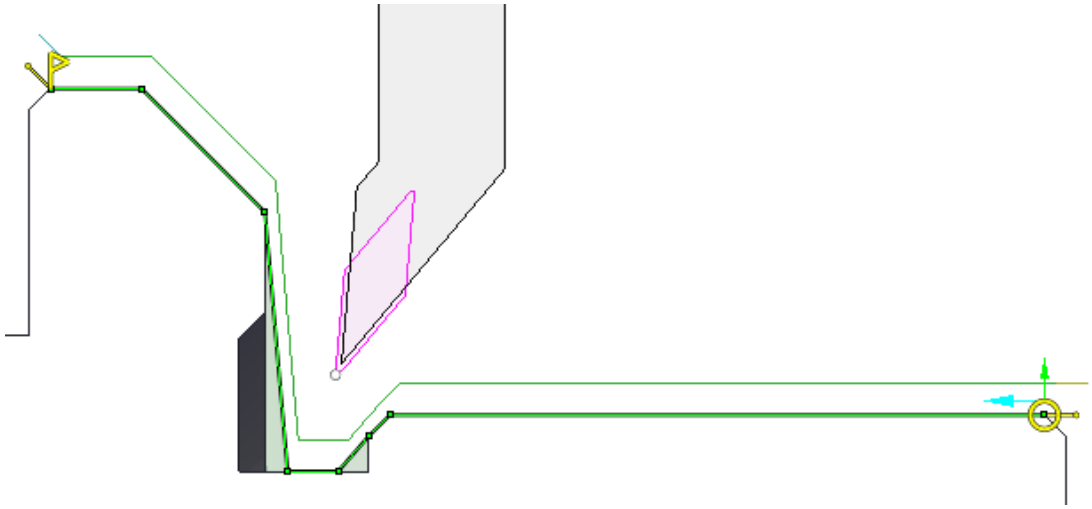
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

5.9.3.1 Цикл Контур



Цикл Контур это простейший тип цикла в котором формируемая траектория фактически идентичная с заданным исходным геометрическим контуром. Могут выполняться только следующие незначительные модификациии контура.

- Пристыковка подхода и отхода.
- Смещение на заданные припуски.
- Исключение теневых зон, недостижимых заданным инструментом.
- Компенсация радиуса инструмента.

Смотрите страницу Свойства элемента рабочего задания(see page 1280) чтобы получить более подробную информацию по параметрам.

Сопутствующие ссылки:

Токарная обработка(see page 1169)

Токарные циклы(see page 1238)

Свойства элемента рабочего задания(see page 1280)

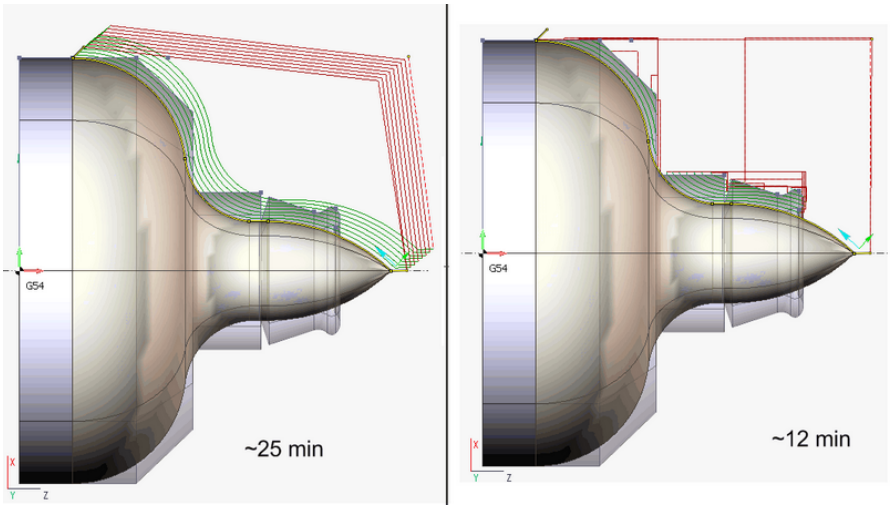
5.9.3.2 Повтор контура

Повтор контура формирует траекторию аналогичную ISO G73(see page 1244), но она выводится в развернут

Этот режим позволяет учитывать текущее состояние заготовки.

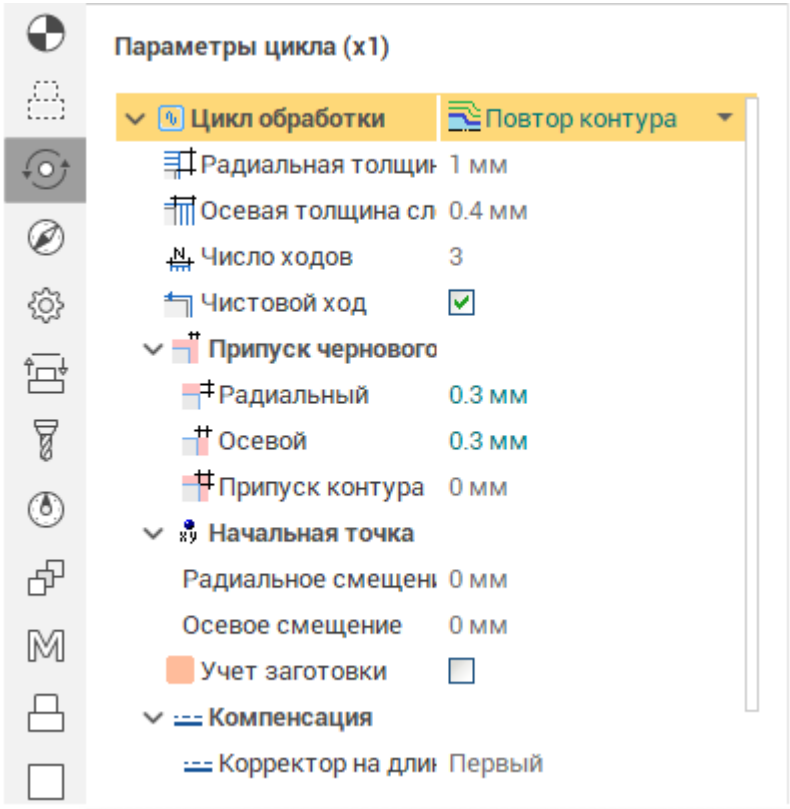
Учёт текущего состояния заготовки позволяет значительно снизить время обработки. На изображении

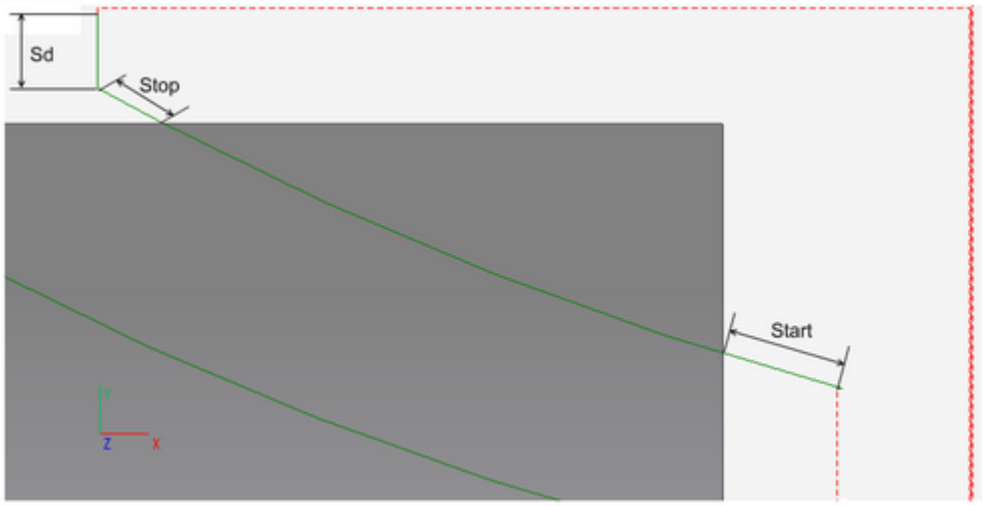
Применение алгоритмов учёта текущего состояния заготовки позволит снизить время обработки данно



Параметры учёта заготовки задаются в окне свойств.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Sd — безопасное расстояние

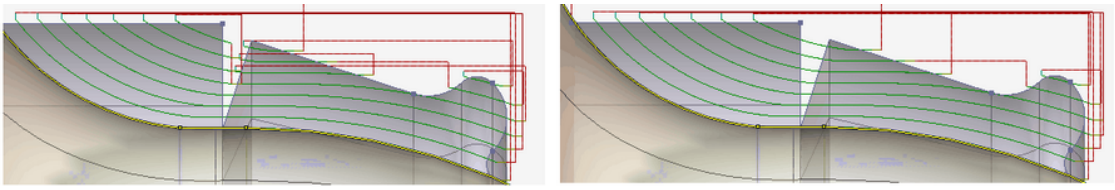
Start — величина подхода

Stop — величина отхода

В некоторых случаях целесообразно игнорировать факт прохода инструмента по воздуху, если дистанц

Параметр **Размер игнорирования** позволяет задать максимальное расстояние прохода инструмента п

Если расстояние между двумя участками обработки окажется меньше этого параметра, система будет

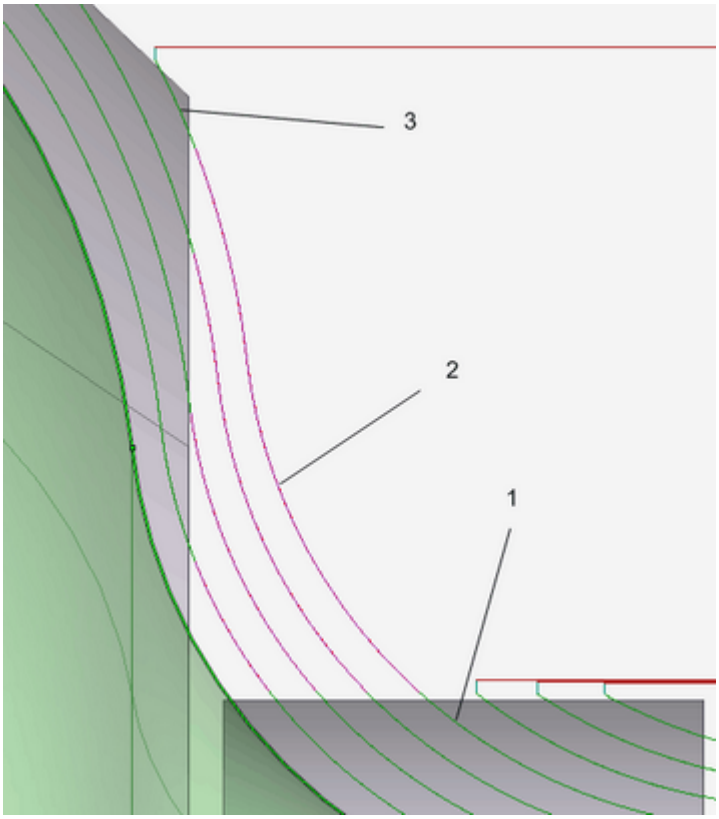


На левом изображении величина параметра **Размер игнорирования** меньше расстояния между участ

На правом изображении величина параметра **Размер игнорирования** больше расстояния между участками обраб

В некоторых случаях целесообразно рассматривать несколько участков как один, но переходить ко второму участку

Инструмент обрабатывает заготовку на рабочей подаче (1), затем на повышенной подаче по контуру (2) переходит к

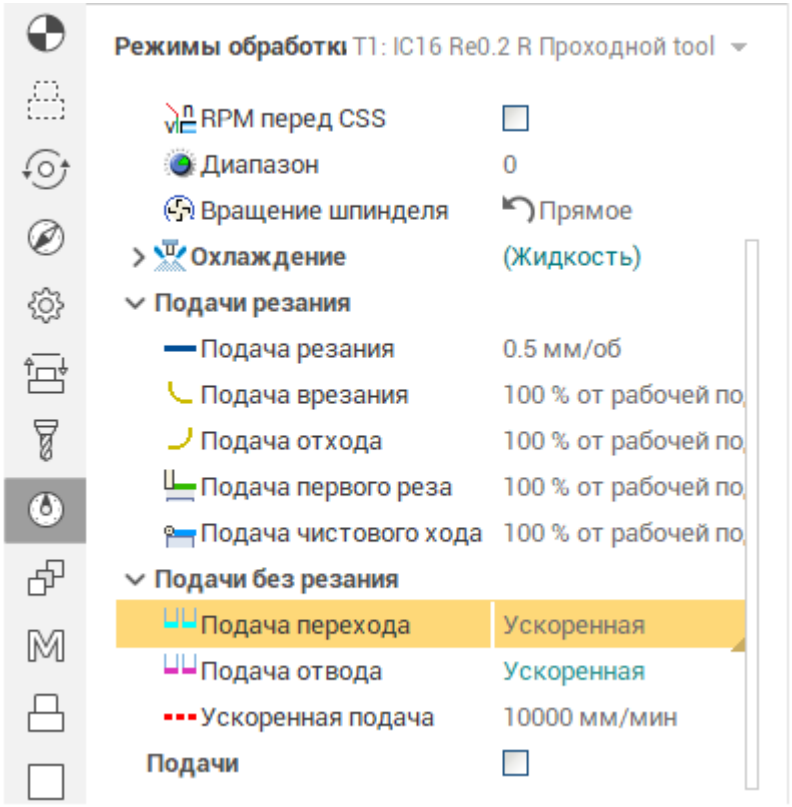


Параметр **Максимальный проход на повышенной** определяет максимальное расстояние, которое инструмент мо

Если расстояние между участками окажется больше данного параметра, то система будет обрабатывать их отдель

Система предоставляет возможность задания подачи перехода для конкретного контура.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

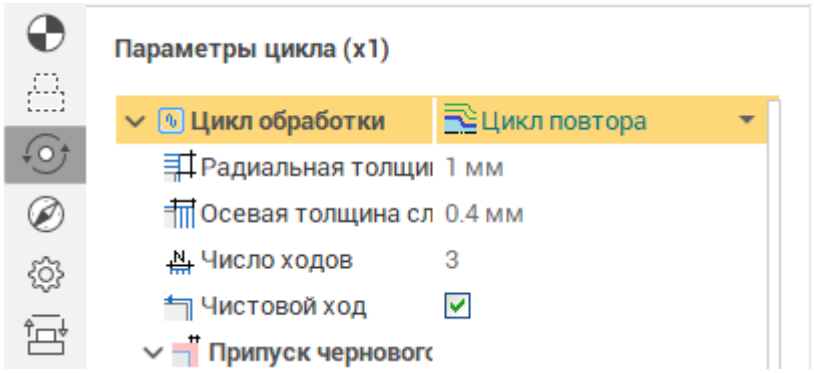
Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

Методы редактирования контура(see page 1285)

Типы элементов рабочего задания (циклы)(see page 1238)

5.9.3.3 Цикл Повтора контура (ISO G73)

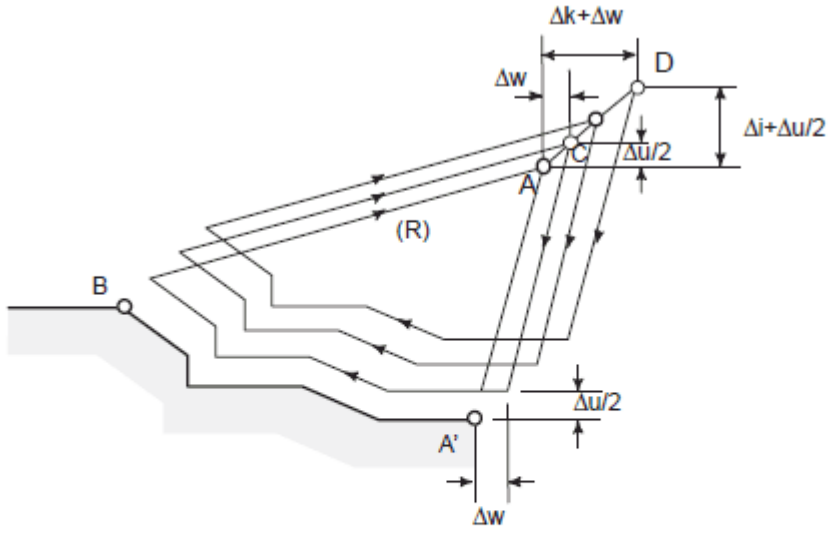
Цикл повтора позволяет сформировать цикл ISO G73 на основе заданного контура. Параметры цикла задаются в окне свойств.



Если установлена галочка "**чистовой проход**", то сразу за указанным циклом формируется цикл чистового прохода вдоль контура ISO G70.

Ниже представлена выдержка из документации стойки ЧПУ FANUC по циклу G73.

Эта функция позволяет выполнить повторное резание по постоянной схеме при постепенном смещении схемы. Применяя данный цикл резания, можно продуктивно обработать заготовку, черновая форма которой была уже была получена в процессе черновой обработки, ковки или литья и т.п.



The pattern commanded in the program should be as follows.

A→A'→B

G73 U (Δi) W (Δk) R (d) ;

G73 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) F (f) S (s) T (t) ;

N (ns)·····
·····
F
S
T
N (nf)·····;

The move command between A and B is specified in the blocks from sequence number ns to nf.

Δi : Distance and direction of relief in the X axis direction (Radius designation). This designation is modal and is not changed until the other value is designated. Also this value can be specified by the parameter No. 5135, and the parameter is changed by the program command.

Δk : Distance and direction of relief in the Z axis direction. This designation is modal and is not changed until the other value is designated. Also this value can be specified by the parameter No. 5136, and the parameter is changed by the program command.

d : The number of division. This value is the same as the repetitive count for rough cutting. This designation is modal and is not changed until the other value is designated. Also, this value can be specified by the parameter No. 5137, and the parameter is changed by the program command.

ns : Sequence number of the first block for the program of finishing shape.

nf : Sequence number of the last block for the program of finishing shape.

Δu : Distance and direction of finishing allowance in X direction (diameter/radius designation)

Δw : Distance and direction of finishing allowance in Z direction

f,s,t : Any F, S, and T function contained in the blocks between sequence number "ns" and "nf" are ignored, and the F, S, and T functions in this G73 block are effective.

Сопутствующие ссылки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

Методы редактирования контура(see page 1285)

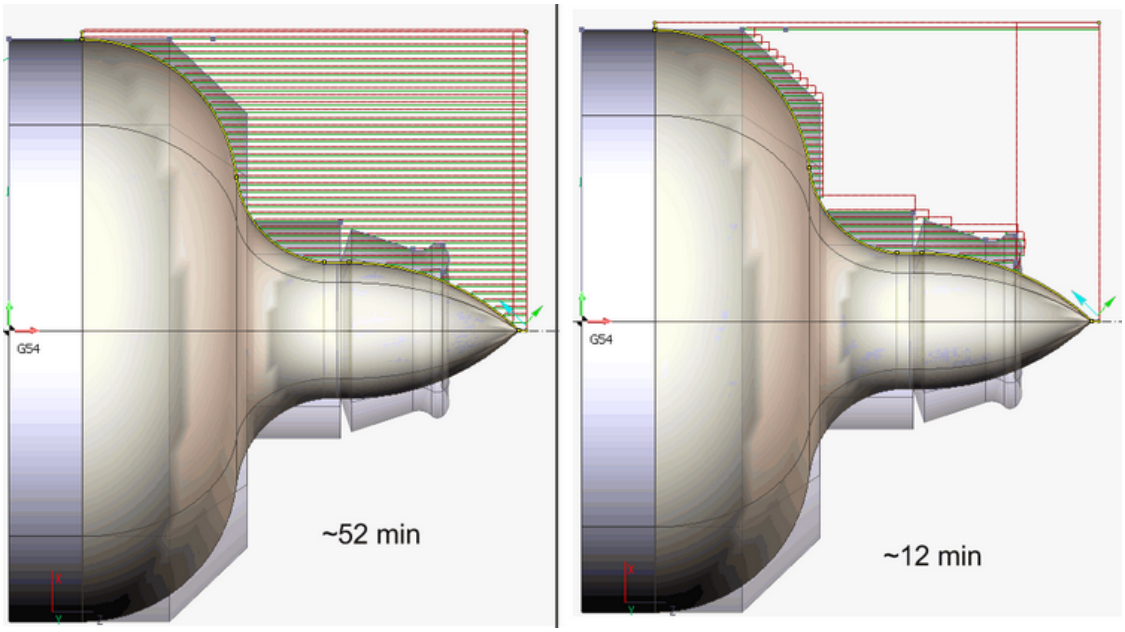
Типы элементов рабочего задания (циклы)(see page 1238)

5.9.3.4 Черновая обработка

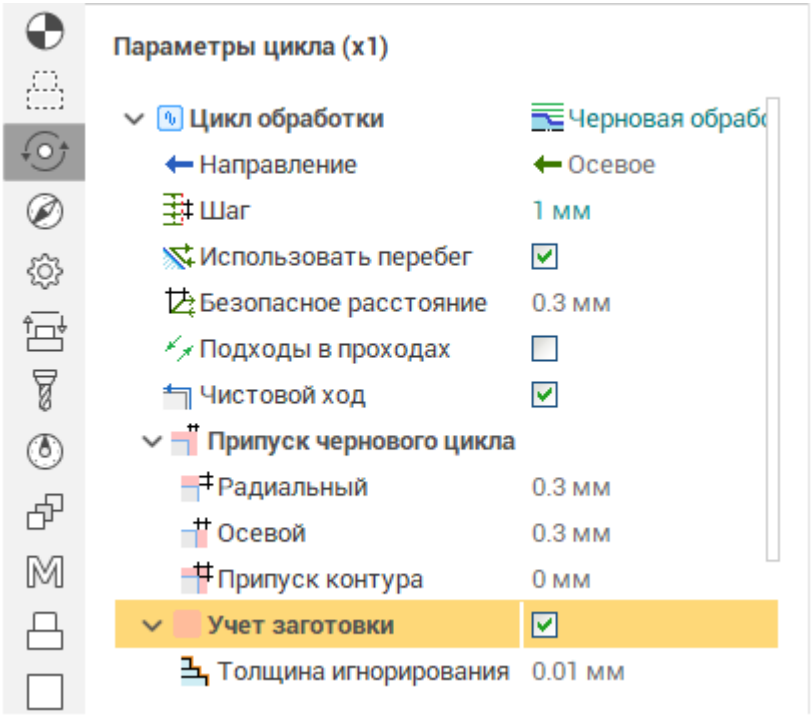
Черновая обработка формирует траекторию аналогичную ISO G71/G72(see page 1248), но она выводится в развернутом виде.

Этот режим позволяет учитывать текущее состояние заготовки.

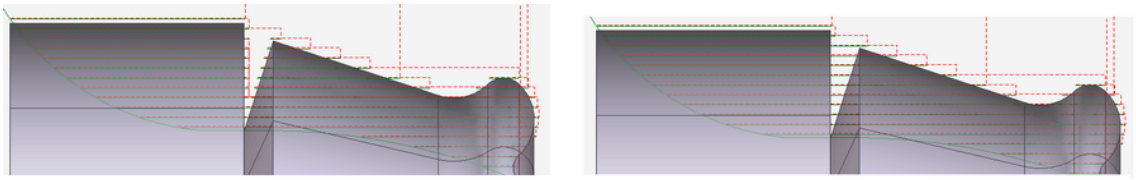
Учёт текущего состояния заготовки позволяет значительно снизить время обработки. На изображении представлена деталь, обработка которой занимает примерно 52 минуты. Применение алгоритмов учёта текущего состояния заготовки позволит снизить время обработки данной детали на 80%, исключив проходы инструмента на рабочей подаче по воздуху.



Параметры учёта заготовки задаются в окне свойств.

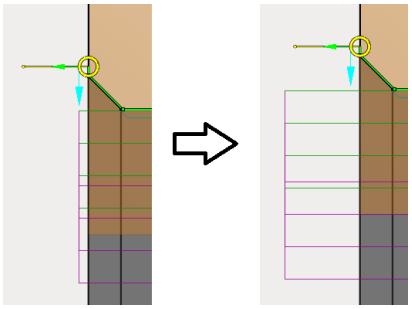


В некоторых случаях целесообразно игнорировать факт прохода инструмента по воздуху, если дистанция такого прохода достаточно мала. Параметр **Размер игнорирования** позволяет задать максимальное расстояние прохода инструмента по воздуху на рабочей подаче. Если расстояние между двумя участками обработки окажется меньше этого параметра, система будет рассматривать их как один участок обработки.



На левом изображении величина параметра **Размер игнорирования** меньше расстояния между участками обработки, система обработает их отдельно. На правом изображении величина параметра **Размер игнорирования** больше расстояния между участками обработки, система рассматривает как один участок обработки.

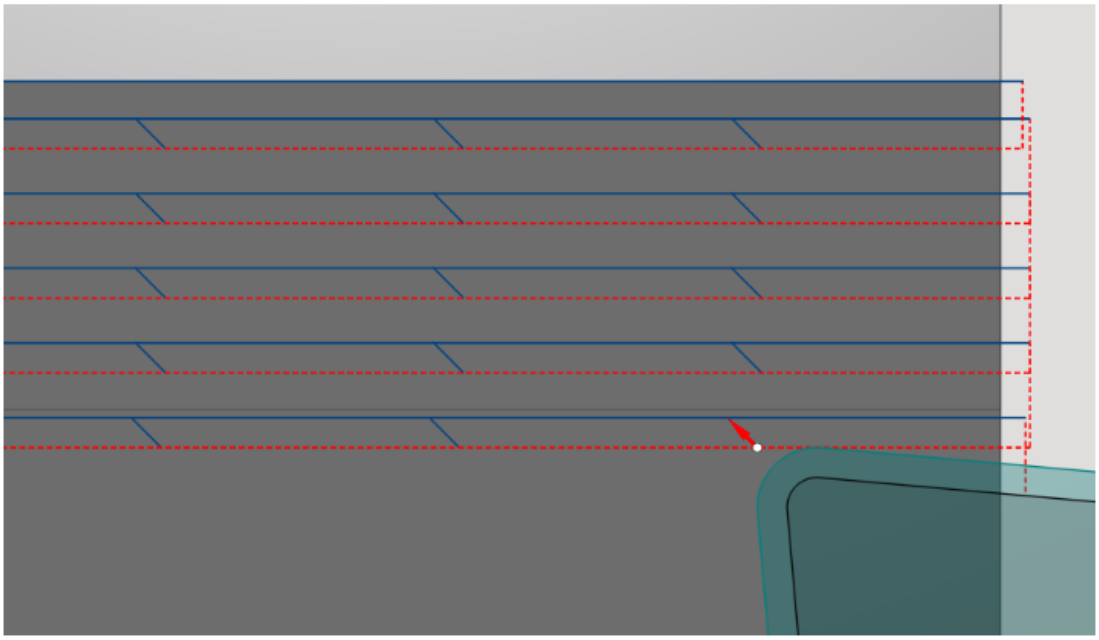
Также в данном режиме есть параметр **Подходы в проходах**, который позволяет использовать подвод/отвод в проходах из вкладки Подходы/Отходы. Это полезно при включенном параметре **учет заготовки**.



Параметр **Ломка стружки** помогает регулировать длину резания перед ломкой стружки. Длина отскока задается параметром **Безопасное расстояние**. Параметр **Задержка** устанавливает задержку в секундах или оборотах вместо отвода при ломке стружки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Ломка стружки работает и в режиме перекрытия. Подача ломки стружки задается на вкладке Режимы обработки.



Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

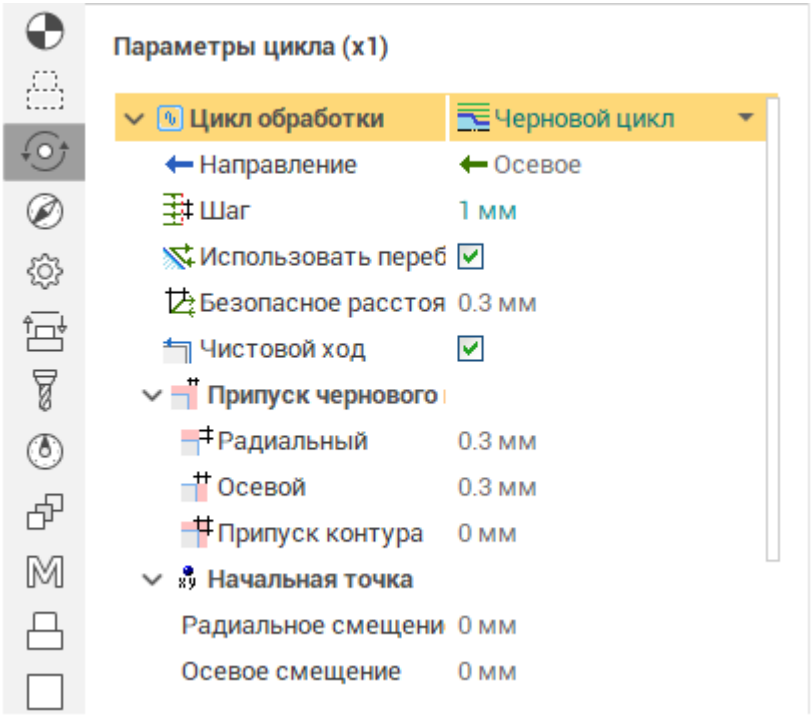
Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

Методы редактирования контура(see page 1285)

Типы элементов рабочего задания (циклы)(see page 1238)

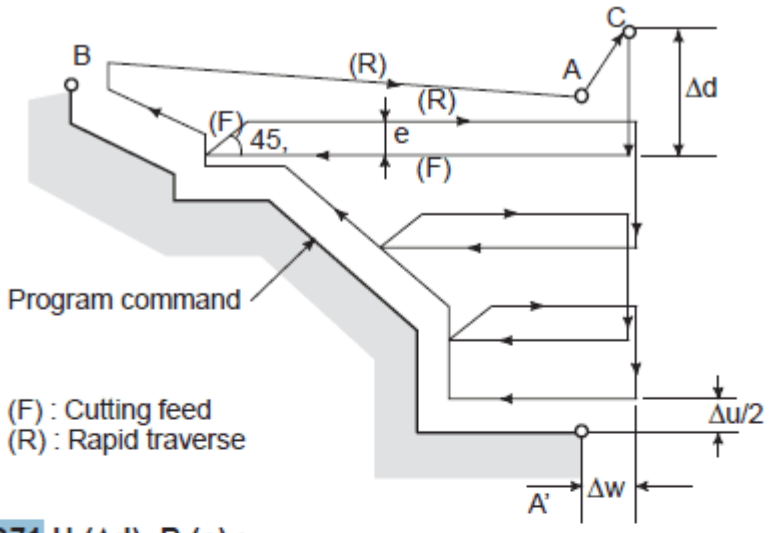
5.9.3.5 Цикл черновой обработки (ISO G71/G72)

Черновой цикл позволяет сформировать один из циклов ISO G71 или ISO G72 на основе заданного контура. Параметры цикла задаются в окне свойств. Параметр **направление** позволяет переключаться между G71 и G72. Если установлена галочка "**чистовой ход**", то сразу за указанным циклом формируется цикл чистового прохода вдоль контура ISO G70.



Ниже представлена выдержка из документации стойки ЧПУ FANUC по циклам G71/G72.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



G71 U (Δd) R (e) ;
G71 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) F (f) S (s) T (t)

N (ns)·····
·····
F____
S____
T____
N (nf)·····;

The move command between A and B is specified in the blocks from sequence number ns to nf.

Δd : Depth of cut (radius designation)
Designate without sign. The cutting direction depends on the direction AA'. This designation is modal and is not changed until the other value is designated. Also this value can be specified by the parameter (No. 5132), and the parameter is changed by the program command.

e : Escaping amount
This designation is modal and is not changed until the other value is designated. Also this value can be specified by the parameter (No. 5133), and the parameter is changed by the program command.

ns : Sequence number of the first block for the program of finishing shape.

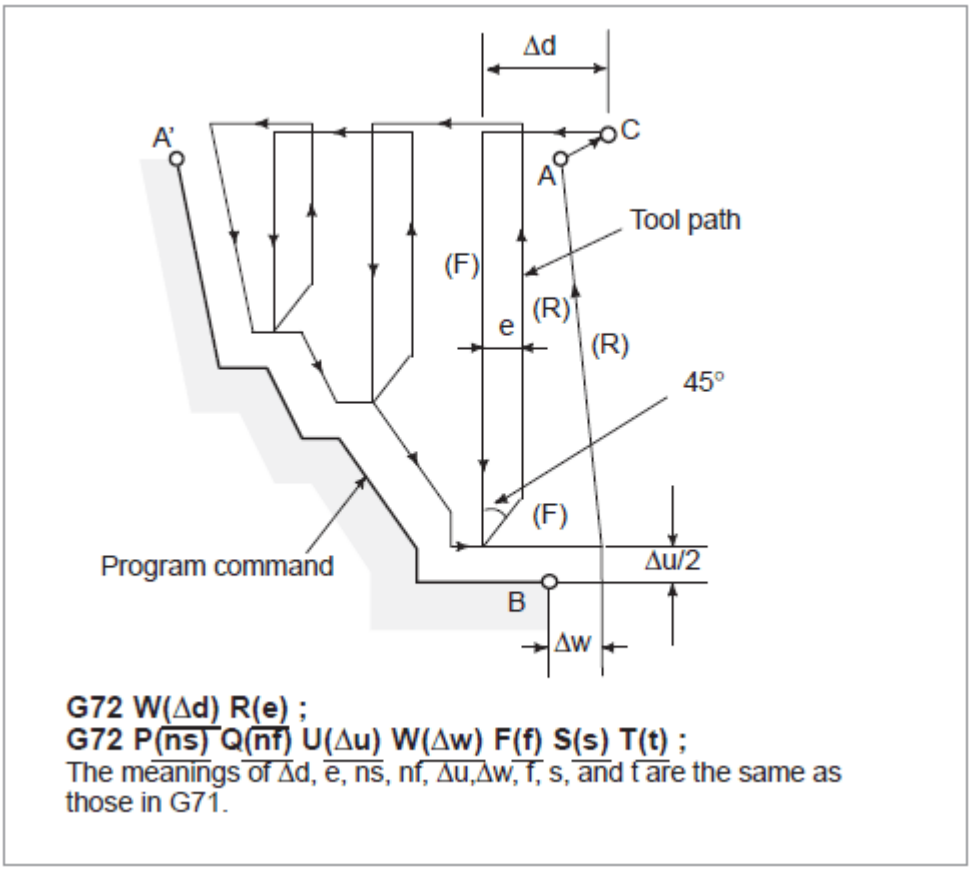
nf : Sequence number of the last block for the program of finishing shape.

Δu : Distance and direction of finishing allowance in X direction (diameter / radius designation).

Δw : Distance and direction of finishing allowance in Z direction.

f,s,t : Any F , S, or T function contained in blocks ns to nf in the cycle is ignored, and the F, S, or T function in this G71 block is effective.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



G72 W(Δd) R(e) ;
G72 P(ns) Q(nf) U(Δu) W(Δw) F(f) S(s) T(t) ;
The meanings of Δd, e, ns, nf, Δu,Δw, f, s, and t are the same as those in G71.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

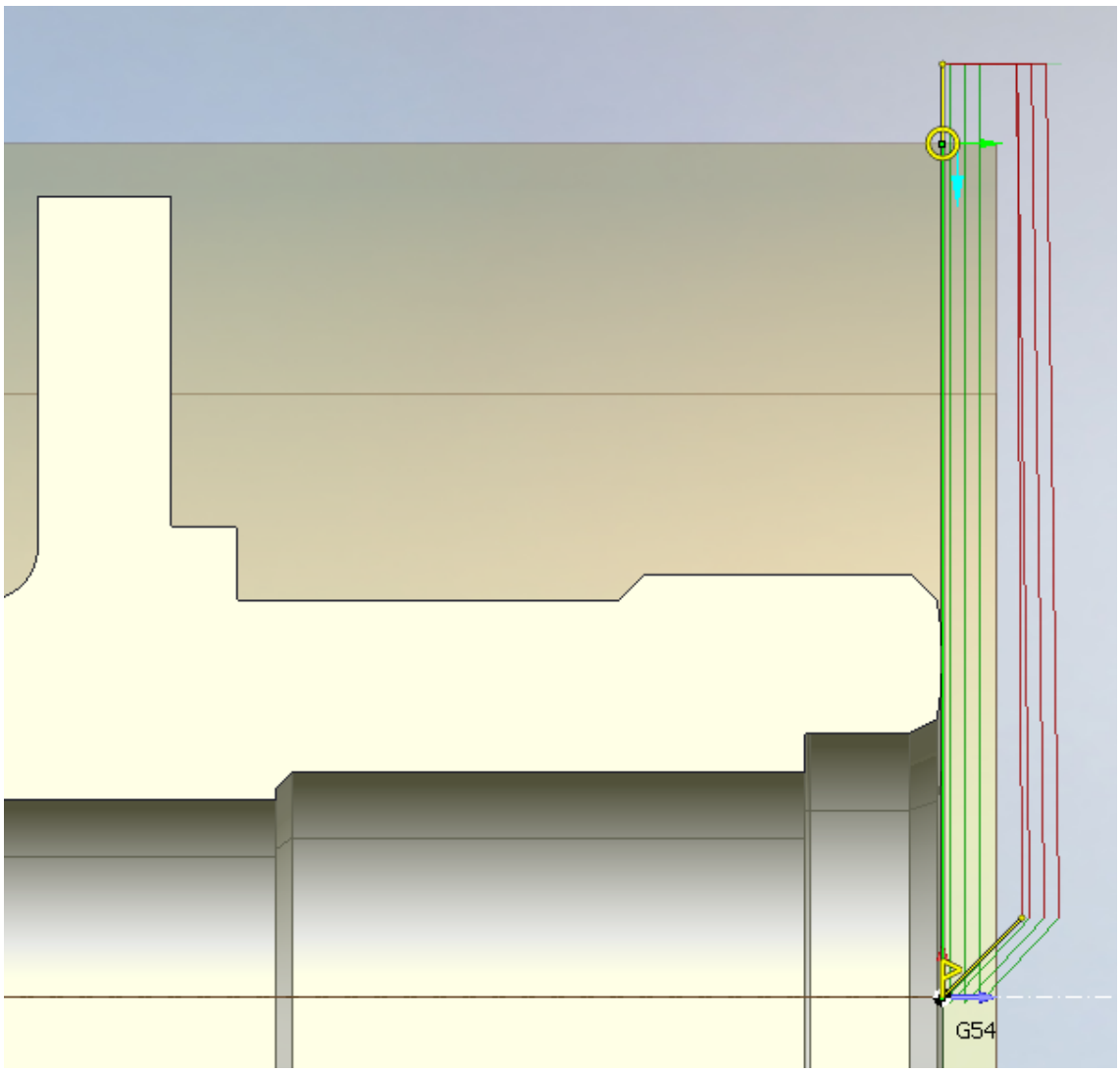
Методы редактирования контура(see page 1285)

Типы элементов рабочего задания (циклы)(see page 1238)

5.9.3.6 Обработка торца

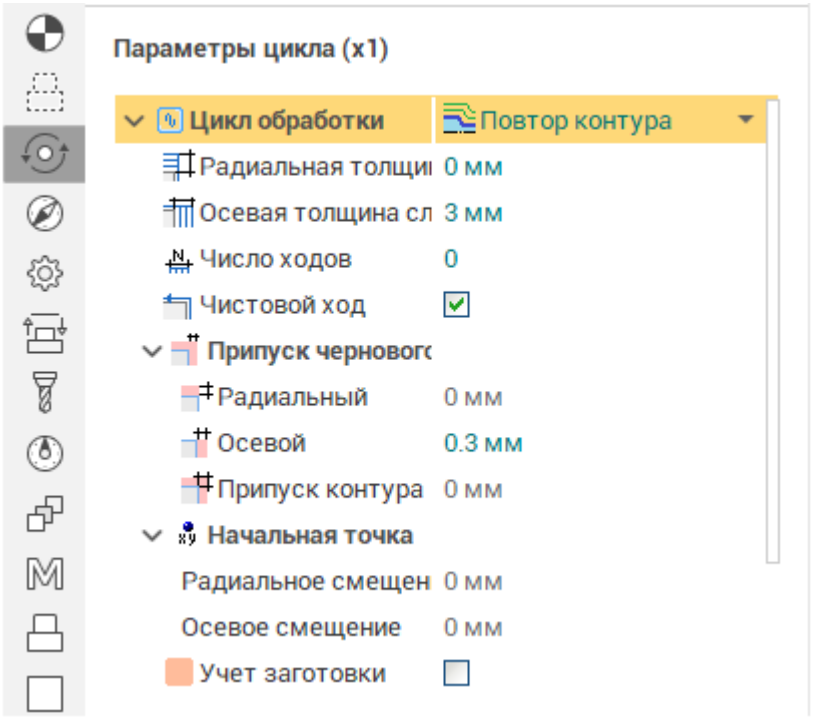
Цикл обработки торца позволяет запрограммировать обработку торца детали за один клик. Траектория формируется точно также как при задании элементов **Контур** либо **Повтор контура**, однако обрабатываемая кривая автоматически рассчитывается по текущей заготовке и детали так чтобы правильно обработать левый либо правый торец.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Параметры зависят от активного типа цикла. По умолчанию выбирается тип цикла "Повтор контура". Поэтому можно задать такие параметры как осевая толщина слоя, число ходов, припуск и т.п.



Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

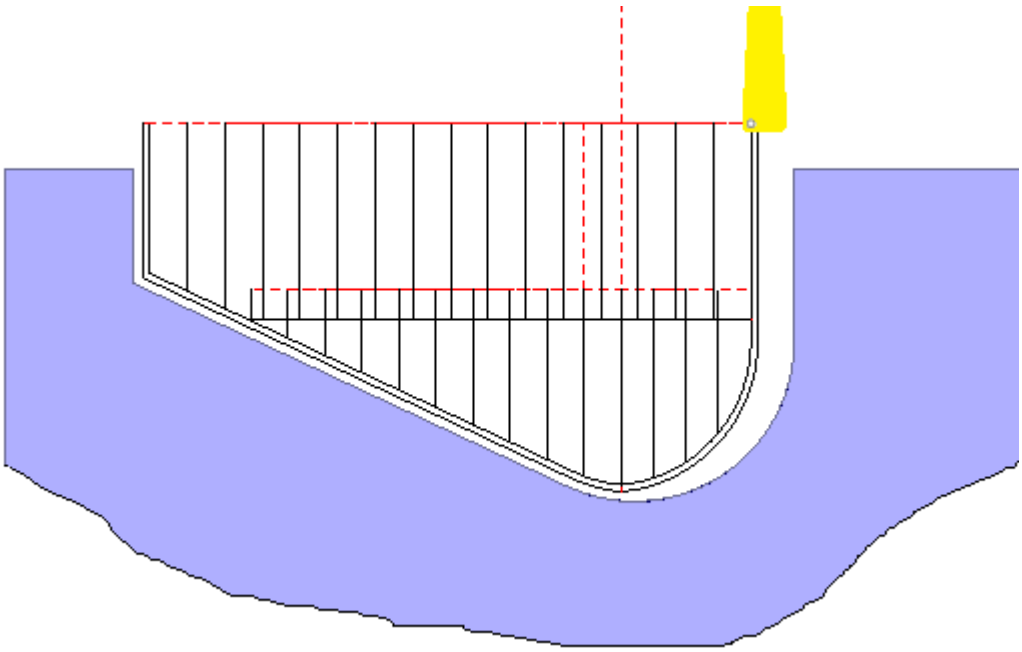
Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Токарные циклы(see page 1238)

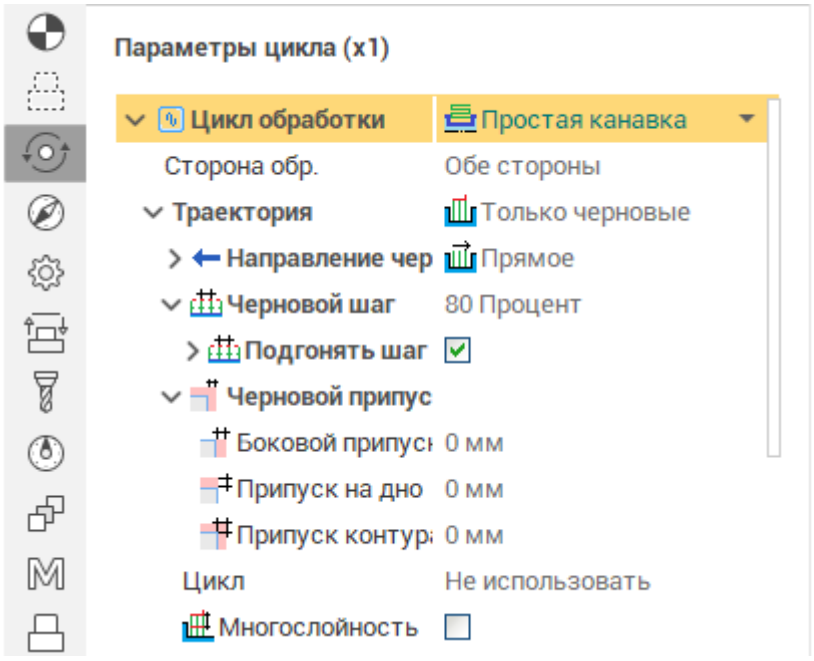
5.9.3.7 Расширенная обработка канавок

Элемент **Канавки** формирует сложную траекторию для обработки всех типов канавок, получаемых при токарной обработке. Возможна получение наружных, внутренних, торцевых и наклонных канавок.

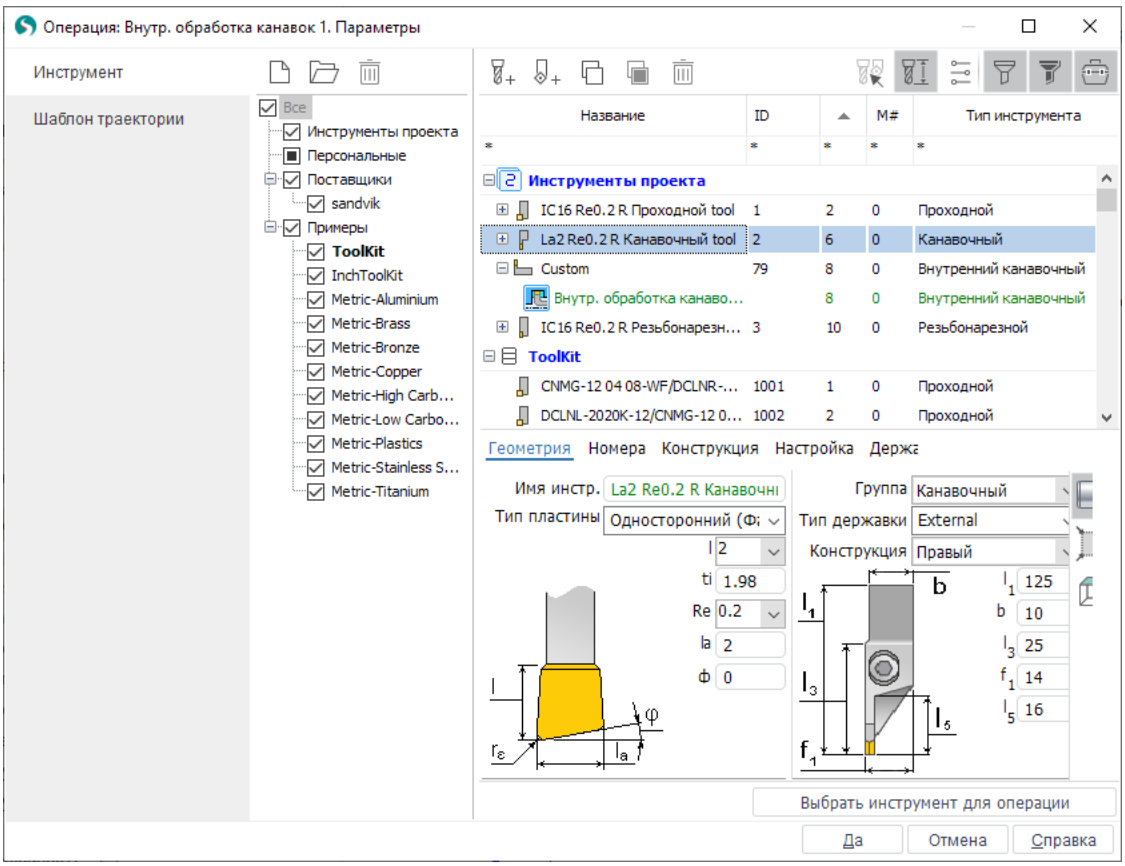
© 2025 ООО СПРУТ Технология



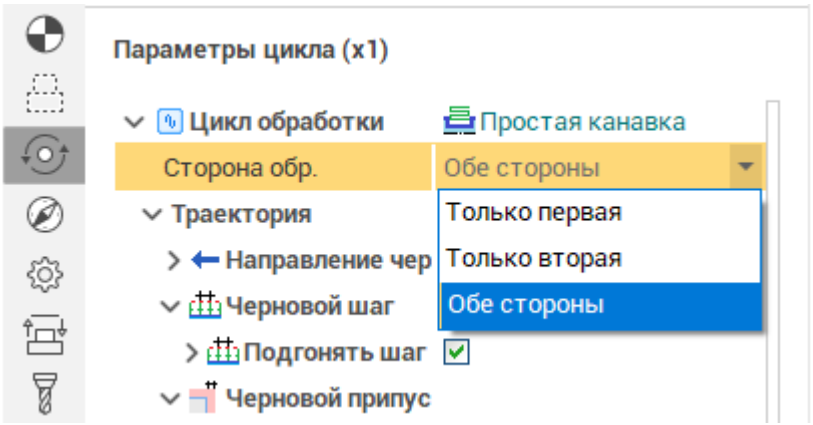
Параметры цикла определяются в окне свойств, представленном ниже.



Цикл определяет самую нижнюю точку канавки и обрабатывает обе ее стороны различными режущими кромками инструмента. Каждая сторона обрабатывается сверху-вниз, от края контура ко дну канавки. Режущие кромки определяются в окне задания токарного инструмента, представленном ниже.

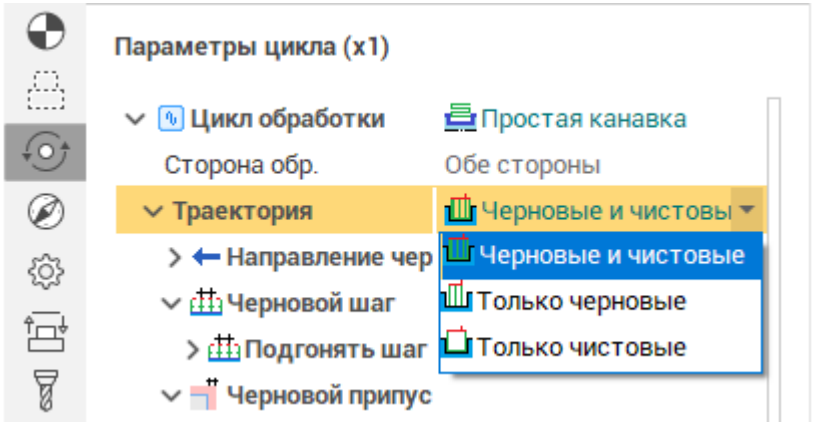


Параметр **Сторона обработки** позволяет выбирать обрабатываемые стороны канавки. Если выбрано **1ой точкой**, то траектория формируется для только для стороны, которую инструмент касается первой настроечной точкой.



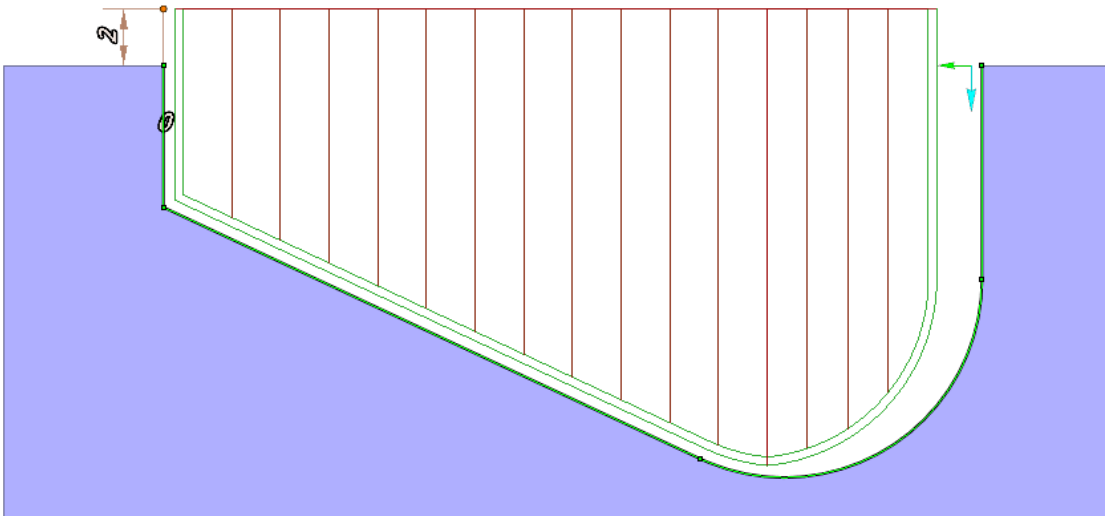
Цикл генерирует траекторию для черновой и чистовой обработки. Параметр **траектория** позволяет указать какие ходы должны быть сформированы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



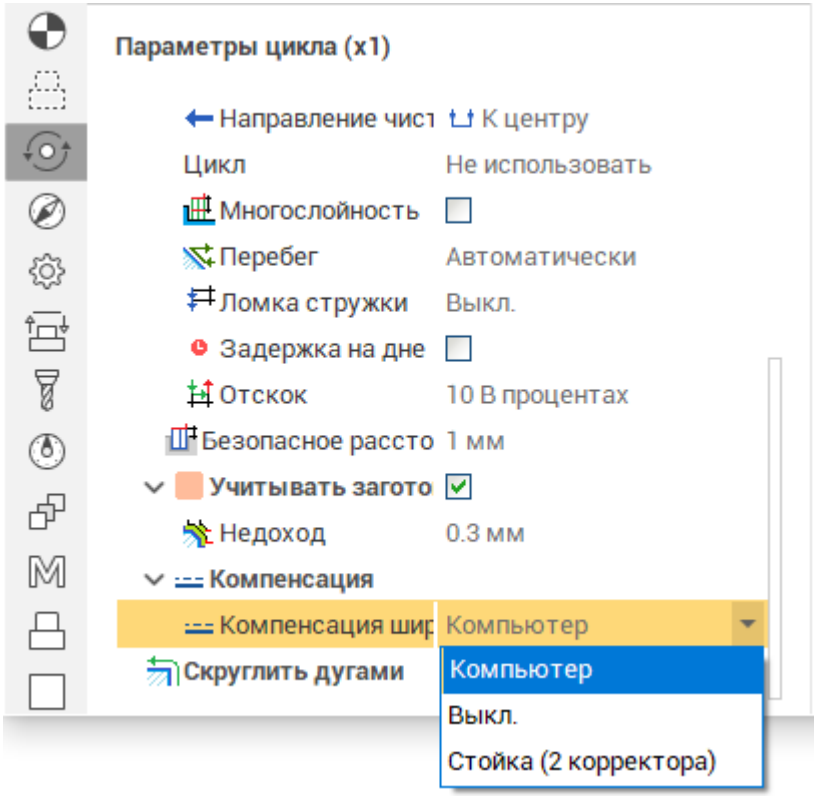
Если выбрано **Только чистовые** ходы, тогда будет формироваться траектория только для чистовой обработки, а в окне параметров будут показываться только параметры, влияющие на эту траекторию. Если выбрано - **только черновые**, то, соответственно, формируется только черновая траектория и показываются только ее параметры.

Безопасное расстояние определяет расстояние от верхнего уровня канавки до уровня ускоренных перемещений. редактирование безопасного расстояния возможно путем перетаскивания точки на графическом экране или путем прямого ввода в окно параметров.



Параметры чистовой траектории

Коррекция ширины пластины определяет способ использования корректоров.

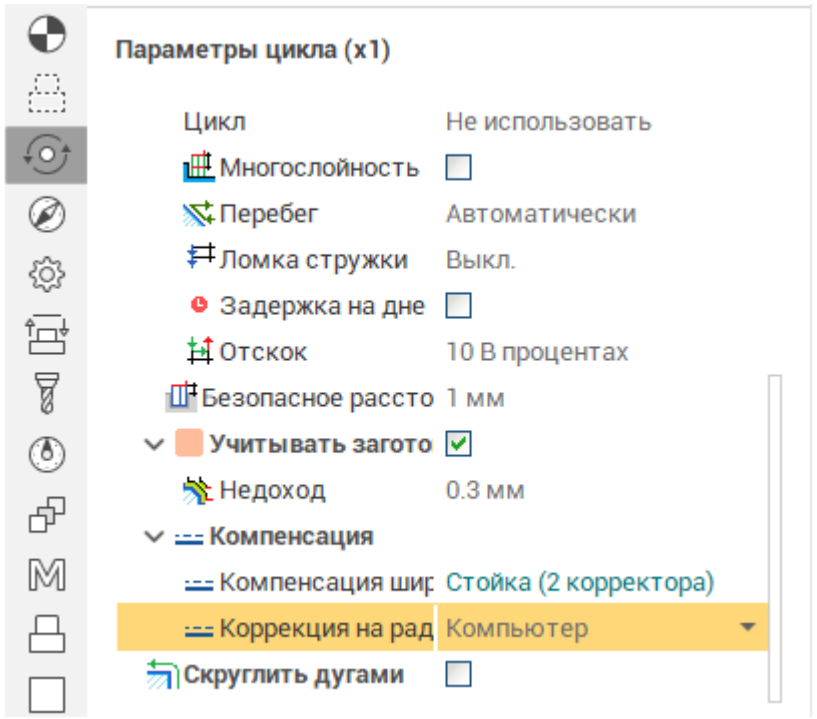


В режиме **Компьютер** траектория рассчитывается только на первый корректор .

Режим **выкл**. не реализован .

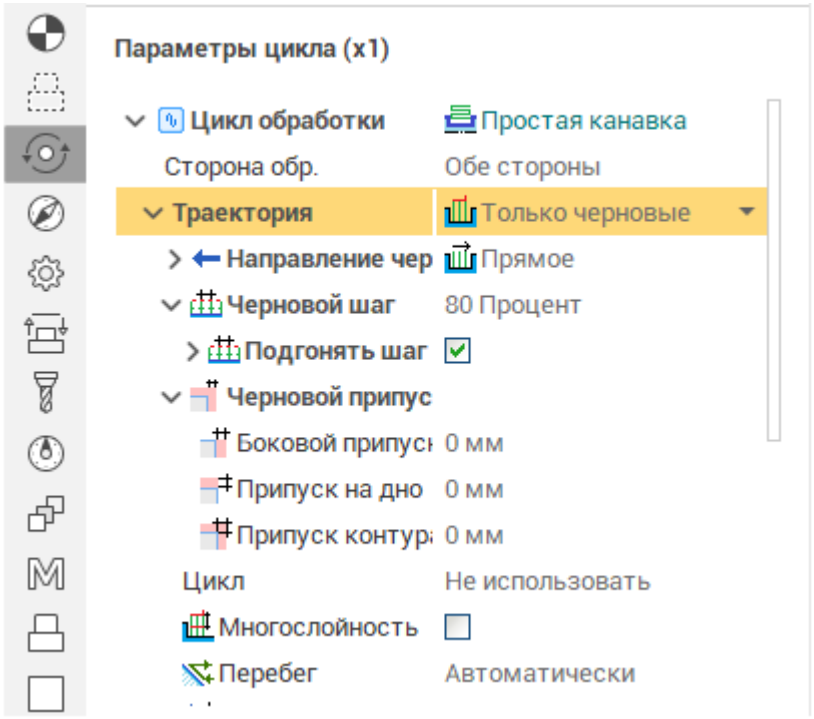
Режим **2 корректора** формирует траекторию для двух корректоров.

Коррекция радиуса описана здесь(see page 1280).



Параметры черновой траектории

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Черновой шаг определяет расстояние между черновыми проходами. Он может быть определен в процентах от ширины пластины или в единицах измерения длины. Если включена опция подгонять шаг, тогда CAM система автоматически изменяет шаг для достижения равномерной нагрузки на каждом черновом проходе. Максимальное отклонение шага определяет максимально допустимую разницу между заданным и выбранным автоматически шагом. Оно может также задаваться в процентах от ширины пластины или в единицах длины.

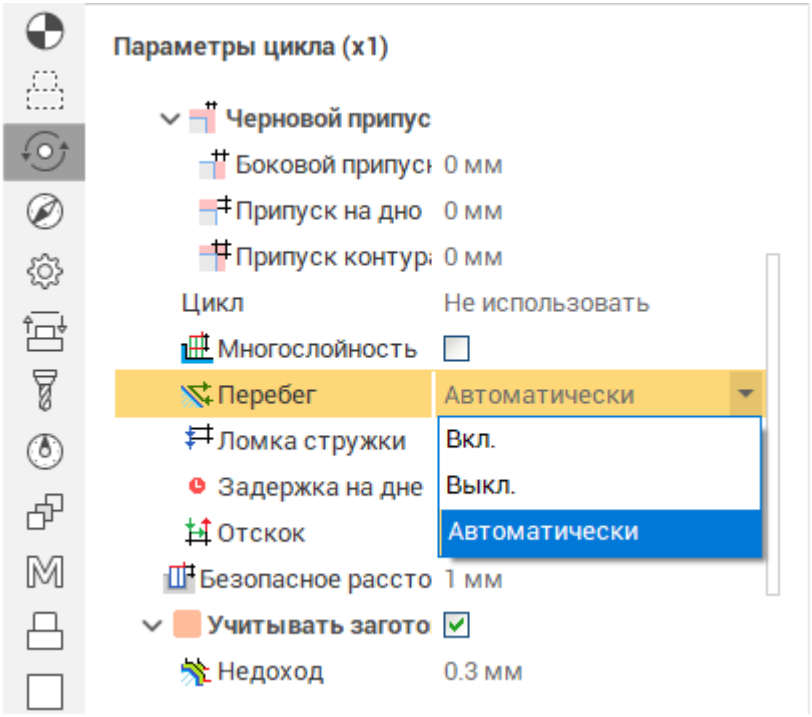
Опция **Цикл** позволяет использовать или не использовать циклы стойки, предназначенные для ручного программирования.

Черновой припуск определяет величину материала оставляемую для снятия на чистовом проходе.

Опция **Многослойность** используется для снятия чернового припуска за несколько проходов. Возможно указывать как ширину слоя, так и их количество.

Если включена опция **Перебег**, то формируется дополнительный проход от конца каждого чернового прохода к концу предыдущего чернового прохода. В режиме **Автоматически** опция **Перебег** включена при включенной опции **Многослойность**. Опция **Перебег** не работает если указано использование циклов стойки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Опция **Ломка стружки** может быть включена либо на первом, либо на каждом черновом проходе. Воз можно задавать количество отводов для ломки стружки, либо шаг для выполнения отводов. Величина отвода может задаваться в процентах от шага врезания или в единицах длины.

Опция **Задержка на дне** формирует паузу при достижении инструментом конца чернового прохода. Длительность паузы может определяться в секундах или оборотах заготовки.

Отскок инструмента для возврата на безопасный уровень может задаваться в единицах длины или в % от шага черновой обработки.

Функция Учитывать заготовку позволяет значительно снизить время обработки. При ее включении, та часть рабочих ходов, которая оказывается за пределами заготовки, заменяется ускоренными перемещениями. Параметр **Недоход** определяет расстояние от заготовки на котором переключать подачу.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

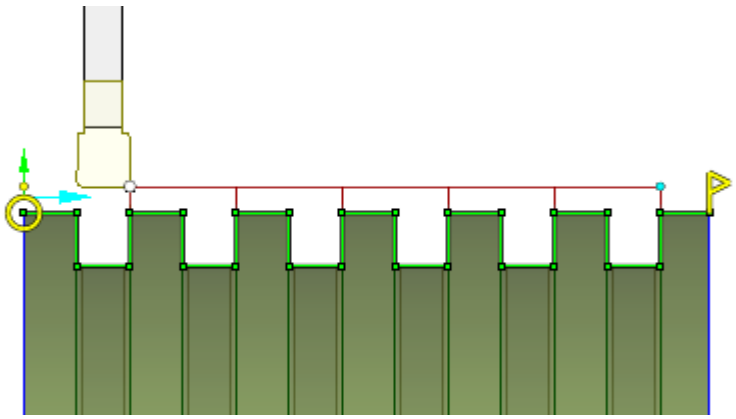
Методы редактирования контура(see page 1285)

Типы элементов рабочего задания (циклы)(see page 1238)

5.9.3.8 Цикл Простая канавка

Цикл **простая канавка** представляет собой тот же самый цикл обработки канавок(see page 1253), однако его параметры по умолчанию оптимизированы для обработки простых прямоугольных канавок за минимальное число действий.Таким образом, прямоугольные канавки теперь могут быть обработаны в один клик минимальным количеством движений.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



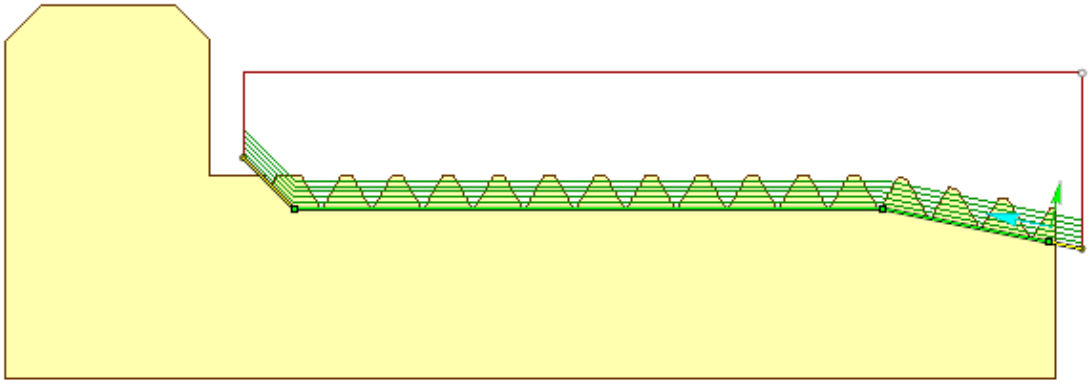
Сопутствующие ссылки:

Токарная обработка(see page 1169)

Токарные циклы(see page 1238)

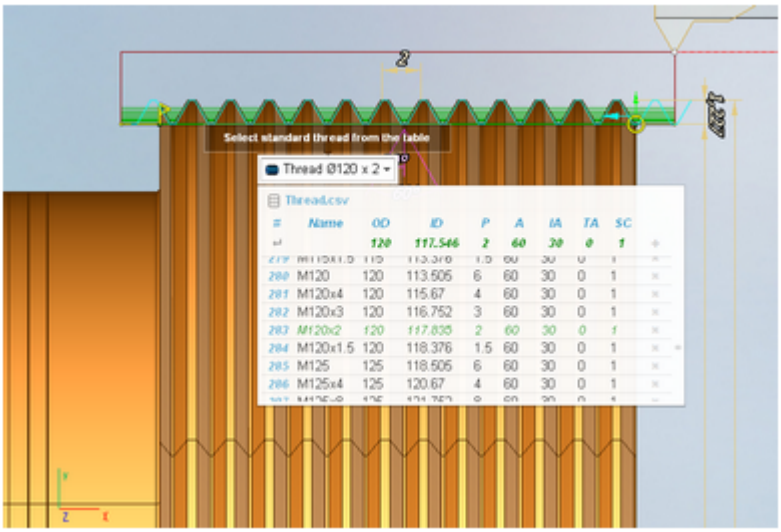
5.9.3.9 Циклы нарезания резьбы

Циклы нарезания резьбы позволяют сформировать последовательность (один или несколько) проходов, необходимых для получения резьбы с заданными параметрами.



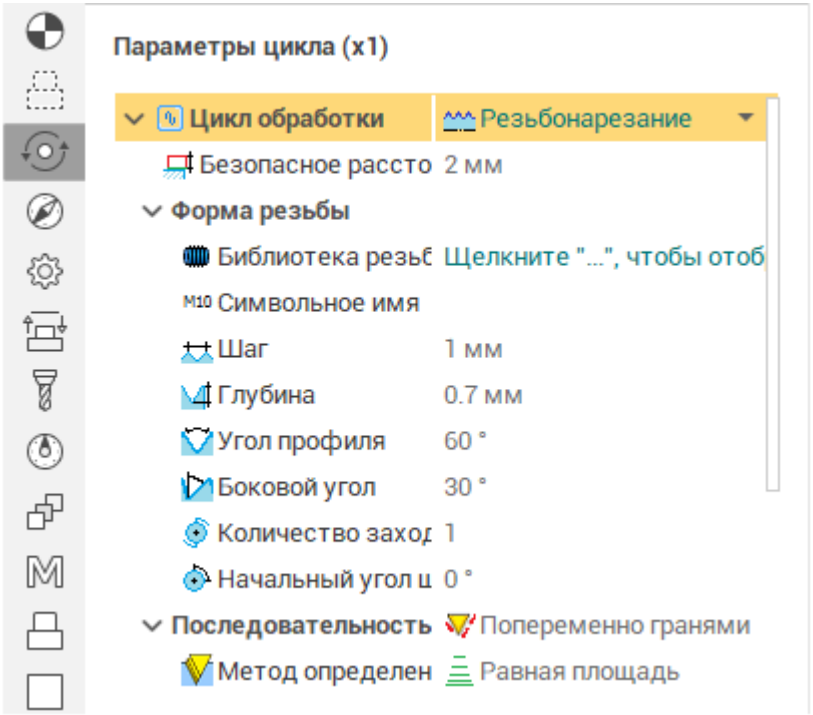
Участок поверхности детали, на котором должна быть нарезана резьба определяется заданным геометрическим контуром. Контур определяет диаметр впадин резьбы, т.е. внутренний диаметр для наружной резьбы и наружный диаметр для внутренней резьбы. Второй диаметр резьбы считается через параметр Глубина резьбы. То, какая резьба будет нарезана - внутренняя или наружная - задается стороной обработки контура (перпендикулярная стрелочка возле начала контура). Направление резьбы - правая или левая - зависит от заданного направления обработки контура (параллельная стрелочка возле начала контура), а также от направления вращения шпинделя. Участки подхода и отхода контура позволяют задать удлинение или фаску для выхода инструмента.

Имеется графическая визуализация формируемого резьбового профиля. Она появляется на экране сразу после добавления одного из резьбовых циклов. Прямо на экране отображаются и могут быть отредактированы такие размеры как наружный и внутренний диаметры, глубина профиля, шаг резьбы, углы профиля и угол конусности.



При нажатии мышью на всплывающее меню с именем резьбы на экране появляется панель со списком резьб из которой вы можете выбрать наиболее подходящую стандартную либо свою собственную резьбу. Этот список резьб может быть отредактирован здесь же интуитивно понятным способом. Смотрите всплывающие подсказки над каждым из элементов панели.

В окне свойств элемента рабочего задания имеются следующие параметры.



Параметр **Безопасное расстояние** - это расстояние от резьбы до уровня переходов. Цикл проходит по данному уровню при перемещении от конца предыдущего прохода к началу следующего.

Профиль резьбы в значительной степени определяется формой инструмента, а также параметрами из группы Форма резьбы. Для операции нарезания профильной резьбы форма дополнительно определяется контуром резьбовой канавки, указываемым в рабочем задании.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Символьное имя - это просто опциональное символьное обозначение типоразмера резьбы, например M10. Оно может быть полезно для быстрого поиска резьбы в таблице резьб.

Шаг резьбы может быть задан в двух разных единицах. В первом случае, шаг задается как расстояние между двумя одноименными точками профиля, расположенными на соседних витках. Во втором случае шаг определяется обратной величиной - количеством витков, приходящихся на единицу длины.

Операция позволяет нарезать многозаходные резьбы. Для этого имеются параметры Количество заходов и Начальный угол шпинделя. Разные типы циклов по разному используют параметр Количество заходов. При использовании типа цикла ISO G76, количество заходов передается параметром внутрь цикла. Однако данный цикл не во всех стойках ЧПУ имеет соответствующий параметр. В подобных случаях нарезание многозаходной резьбы можно производить путем повторного задания такого же цикла, но с другим значением параметра Начальный угол шпинделя. Другим вариантом может служить использование типа цикла ISO G92 или развернутого формата ISO G32/G33. В этом случае операция сразу генерирует нужное количество проходов с разными начальными углами шпинделя.

Параметры в группах **Последовательность**, **Черновая** и **Чистовая обработка** определяют количество и взаимное расположение проходов. Их набор отличается в зависимости от типа профиля резьбы, поэтому смотрите соответствующие разделы:

- Резьба стандартной формы(see page 1262);
- Профильная резьба(see page 1214).

Траектория для нарезания резьбы может выводиться в различных форматах(see page 1265): Цикл многопроходного нарезания резьбы (ISO G76), Цикл точения резьбы за один проход ISO G92, Развернутое нарезание резьбы.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

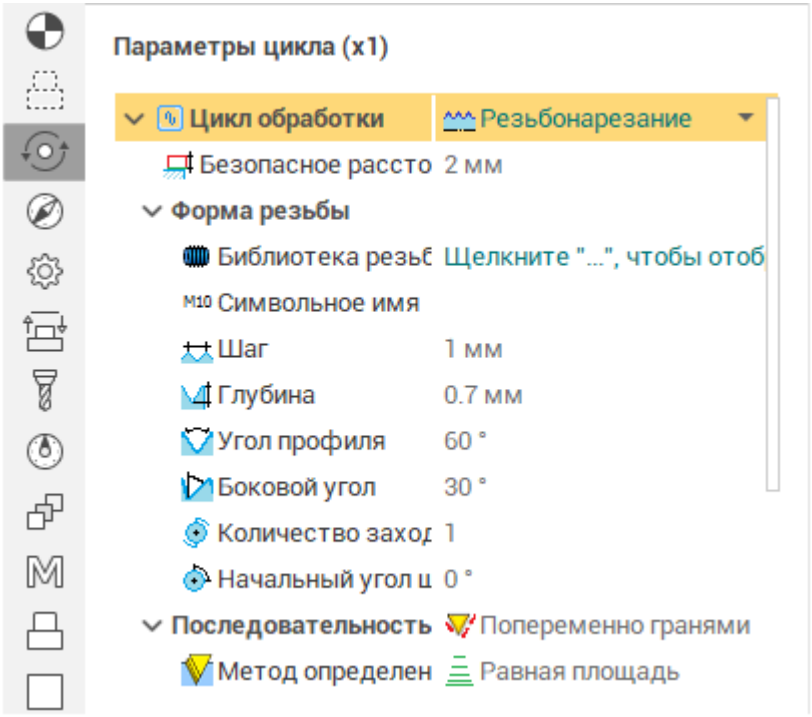
Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

Методы редактирования контура(see page 1285)

Типы элементов рабочего задания (циклы)(see page 1238)

Резьба стандартной формы

В окне свойств элемента рабочего задания для операций нарезания резьб стандартной формы имеются следующие параметры.



Профиль резьбы в значительной степени определяется формой инструмента, а также параметрами из группы Форма резьбы .

В поле Глубина задается высота профиля резьбы, т.е. разность между наружным и внутренним диаметрами. Эта величина должна всегда иметь положительное значение, которое автоматически откладывается в нужном направлении. Направление зависит от параметра Сторона обработки контура.

Параметры Угол профиля и Боковой угол определяют угол под которым инструмент будет врезаться на каждом новом проходе, если задан способ врезания Гранью или Попеременно гранями .

Угол профиля (между кромками впадины)	Боковой угол (между вертикалью и одной из кромок впадины)
	

Параметры в группе Последовательность определяют количество проходов и способ врезания инструмента на каждый следующий проход.

Выпадающий список Способ врезания определяет способ врезания инструмента при переходе к следующему слою. Возможны следующие типы стратегий:

- Радиально . Направление врезания перпендикулярно оси вращения.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

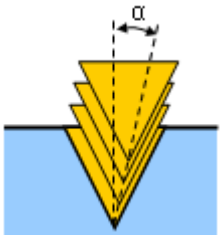
- Гранью . Врезание производится вдоль одной из боковых граней выступа.



- Переменно гранями . Врезание производится поочередно вдоль двух боковых граней выступа.



- Под углом . Устанавливается произвольный угол врезания в параметре с именем Угол .



Обычно для получения качественной поверхности и снижения нагрузки на инструмент резьба нарезается в несколько проходов.

Задать число проходов можно, указав непосредственно их количество, либо указав глубину первого реза. В последнем случае количество ходов рассчитывается автоматически по общей глубине профиля резьбы.

При равенстве глубин резания на разных слоях врезание к следующему слою обычно приводит к увеличению площади снимаемого инструментом материала и, соответственно, изменению нагрузки на инструмент. Для сохранения постоянства нагрузки, можно производить расчет глубины резания исходя из условия сохранения площади срезаемого инструментом материала постоянным. Регулируется способ определения глубин резания полем Определение глубины , которое может принимать два значения: равная глубина и равная площадь.

Врезание обеспечивающее равную площадь резания	Врезание при равной глубине резания
	

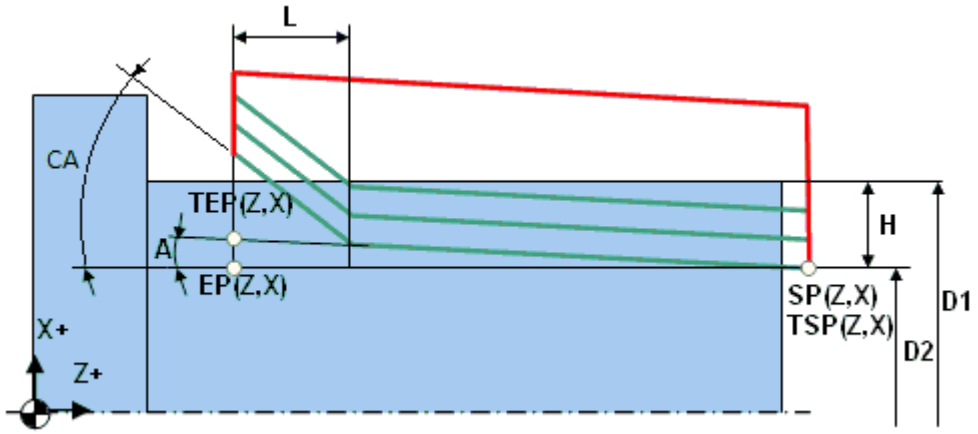
Если указано Равная площадь , то на каждом следующем уровне глубина резания уменьшается. Для достижения требуемой глубины резьбы за приемлемое количество проходов можно задать параметр Минимальная глубина прохода . Тогда, если рассчитываемое по формуле значение глубины становится меньше данной величины, то используется указанное значение.

Для обеспечения чистоты поверхности последний проход выполняют с очень небольшим припуском и затем производят выглаживания по готовому профилю несколько раз уже без припуска. Параметр Глубина чистового прохода определяет припуск на чистовой проход, а параметр Количество чистовых проходов задает количество выглаживаний с учетом чистового прохода.

Типы резьбовых циклов

Траектория для нарезания резьбы может выводиться в различных форматах. Рассмотрим каждый из них отдельно.

Цикл многопроходного нарезания резьбы (ISO G76) позволяет одним кадром управляющей программы задать все параметры, необходимые станку для нарезания резьбы. При этом т требуемая глубина резьбы достигается автоматически выполнением нескольких проходов. Среди параметров цикла имеются такие как координаты начальной и конечной точек резьбы, угол конуса (для конических резьб), размер фаски под выход инструмента, углы профиля, глубина резьбы, количество проходов, стратегия врезания и др. За подробной информацией обращайтесь к документации стойки ЧПУ.



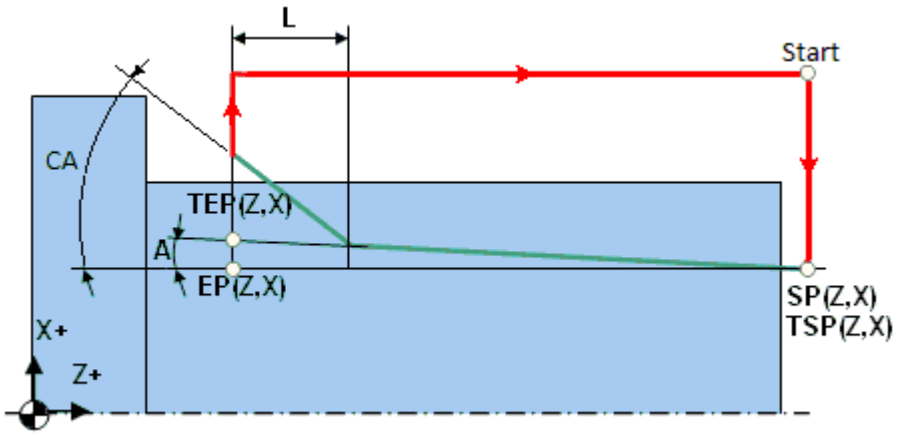
Пример УП

```
G01 X70 Z5.0 F1.0 M08            (Подвод в начальную точку цикла)
G76 P010060
G76 X57.4 Z-24.0 P1.3 Q0.35 F2.0 (Вызов цикла многопроходного нарезания
резьбы G76)
G00 X200.0 Z150.0 M09            (Отвод инструмента)
```

Цикл точения резьбы за один проход ISO G92 (в разных стойках может иметь обозначения G92, G78, G21 и др.) генерирует замкнутую последовательность ходов для одного прохода нарезания резьбы. Схема выполнения показана на рисунке ниже. Перед вызовом цикла инструмент находится в точке Start. Цикл вызывается одним кадром управляющей программы, в котором указывается конечная точка резьбы, шаг, размер конусности, фаски

© 2025 ООО СПРУТ Технология

и др. В результате выполнения этого кадра инструмент из точки Start опустится в точку TSP, произведет нарезание резьбы до точки TEP и вернется в точку Start. Т.к. нарезание резьб обычно выполняют за несколько проходов, управляющая программа часто состоит из нескольких вызовов цикла с разным значением диаметра резьбы.



Пример УП

```
X60.0 Z20.0 M08
G01 Z10.0 F1.0          (Подход к точке Start)
G92 X29.4 Z-52.0 F2.0 (Вызов цикла одного прохода нарезания резьбы)
X28.9                   (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X28.5                   (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X28.1                   (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X27.8                   (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X27.56                  (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X27.36                  (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
X27.26                  (Модальный вызов цикла G92 с другим значением
диаметра)
G00 X200.0Z150.0M09    (Отвод инструмента)
```

Развернутое нарезание резьбы производится с использованием команды ISO G32/G33 (в разных стойках ЧПУ может иметь различное обозначение). Выполнение данной команды активирует режим непрерывного нарезания цилиндрической или конической резьбы с постоянным шагом. В этом режиме включается синхронизация между перемещением инструмента и вращением шпинделя. Все последующие перемещения инструмента до ближайшей команды переключения интерполяции или режима ускоренных перемещений будут совершаться в данном режиме нарезания резьбы. Если инструмент совершает перемещение параллельно оси вращения шпинделя, то формируется цилиндрическая резьба. Если инструмент перемещается одновременно вдоль оси и перпендикулярно оси вращения получается участок конической резьбы. Возможно и нарезание специальной торцевой резьбы, когда инструмент совершает перемещения только перпендикулярно оси вращения шпинделя. В этом случае на торце формируется канавка в форме спирали Архимеда.

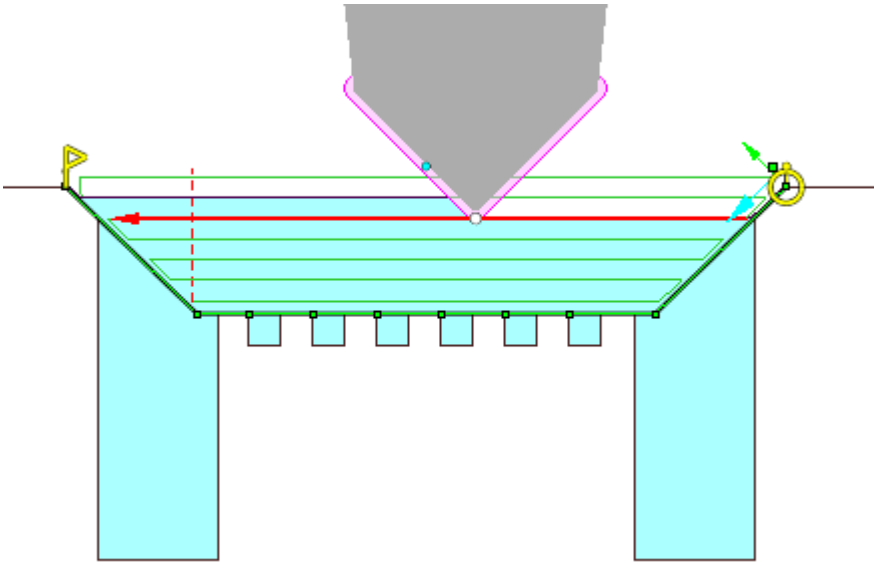
Команда G32/G33 не генерирует никаких перемещений, поэтому все перемещения резания инструмента, а также подводы, отводы и переходы к следующему проходу должны программироваться в управляющей программе явно.

Пример УП

```
G00 X60.0 Z10.0 M08 (Подвод инструмента в точку Start)
G00 X29.4           (Подвод к началу прохода 1)
G32 Z-52.0 F2.0     (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X28.9               (Подвод к началу прохода 2)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X28.5               (Подвод к началу прохода 3)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X28.1               (Подвод к началу прохода 4)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X27.8               (Подвод к началу прохода 5)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X27.56              (Подвод к началу прохода 6)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X27.36              (Подвод к началу прохода 7)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X27.26              (Подвод к началу прохода 8)
G32 Z-52.0          (Резание в режиме синхронизации со шпинделем)
G00 X60.0           (Возврат в точку Start)
Z10.0
X200.0 Z150.0 M09   (Отвод инструмента)
```


© 2025 ООО СПРУТ Технология

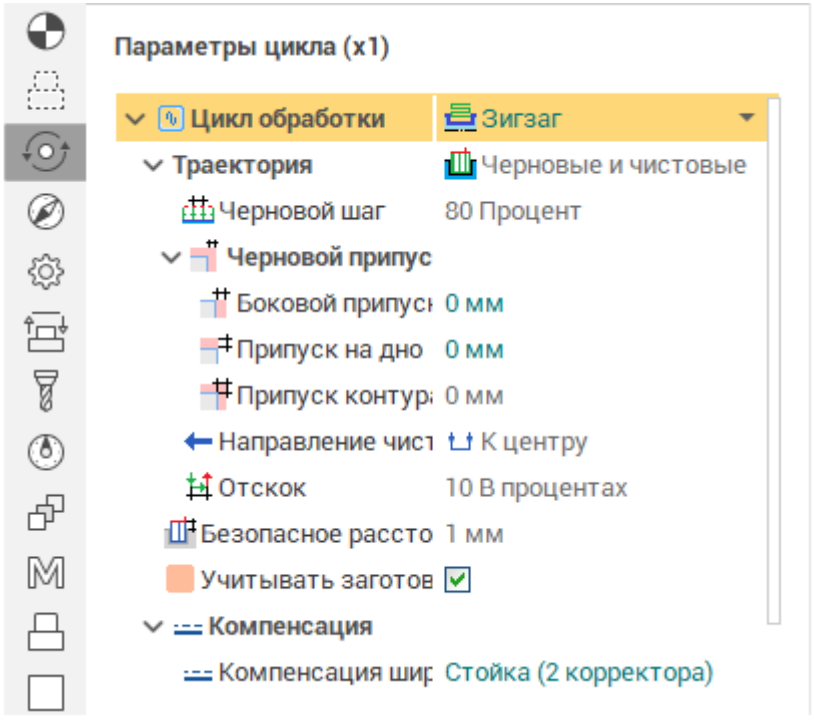
5.9.3.10 Цикл Зигзаг



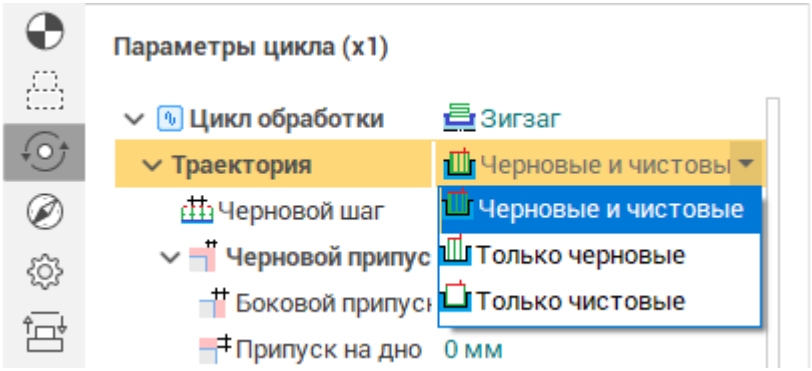
Токарный цикл Зигзаг генерирует траекторию удобную для обработки зон закрытых с обоих сторон при помощи нейтрального инструмента. Инструмент опускается вниз слой за слоем и выполняет горизонтальные перемещения с чередующимся направлением.

Общие параметры

Параметры определяются в окне свойств, представленном ниже.



Цикл генерирует траекторию для черновой и чистовой обработки. Параметр **траектория** позволяет указать какие ходы должны быть сформированы.

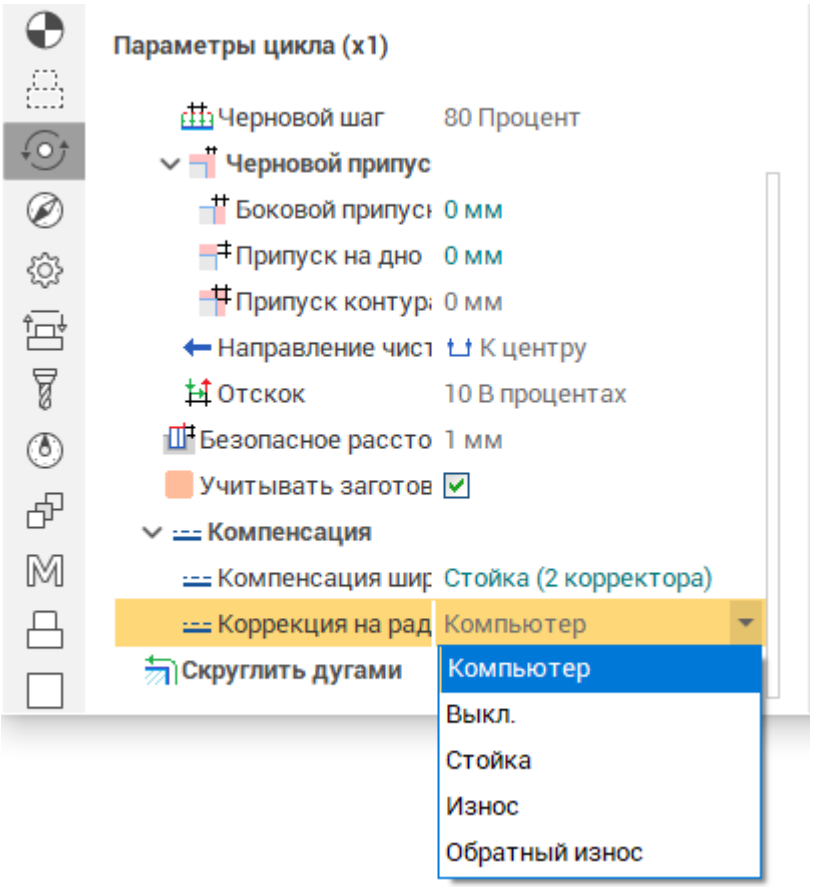


Если выбрано **Только чистовые** ходы, тогда будет формироваться траектория только для чистовой обработки, а в окне параметров будут показываться только параметры, влияющие на эту траекторию. Если выбрано - **только черновые**, то, соответственно, формируется только черновая траектория и показываются только ее параметры.

Безопасное расстояние определяет расстояние от верхнего уровня канавки до уровня ускоренных перемещений. редактирование безопасного расстояния возможно путем перетаскивания точки на графическом экране или путем прямого ввода в окно параметров.

Параметры чистовой траектории

Коррекция ширины пластины определяет способ использования корректоров.



В режиме **Компьютер** траектория рассчитывается только на первый корректор .

Параметры черновой траектории

Черновой шаг определяет расстояние между черновыми проходами. Он может быть определен в процентах от ширины пластины или в единицах измерения длины.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Черновой припуск определяет величину материала оставляемую для снятия на чистовом проходе.

Учёт заготовки позволяет значительно снизить время обработки, исключив проходы инструмента на рабочей подаче по воздуху.

Сопутствующие ссылки:

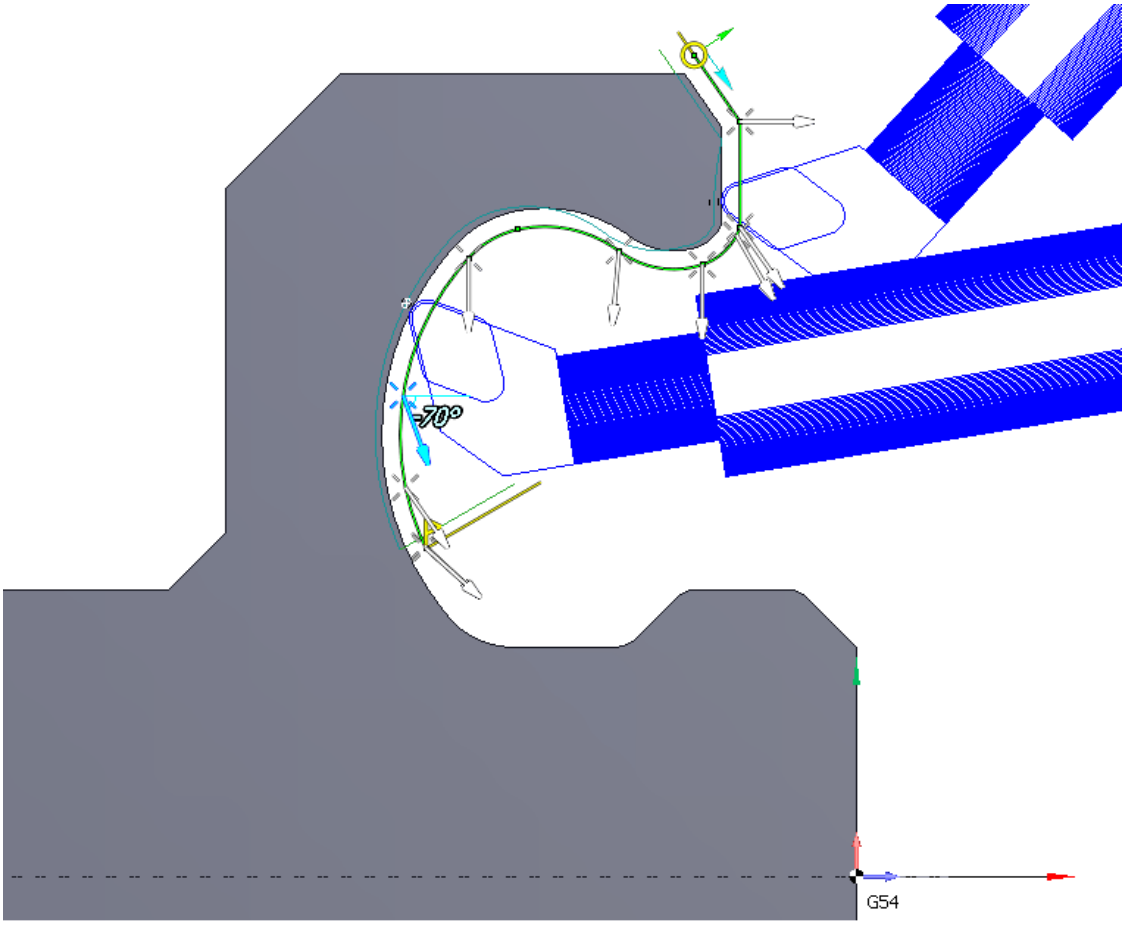
Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Токарные циклы(see page 1238)

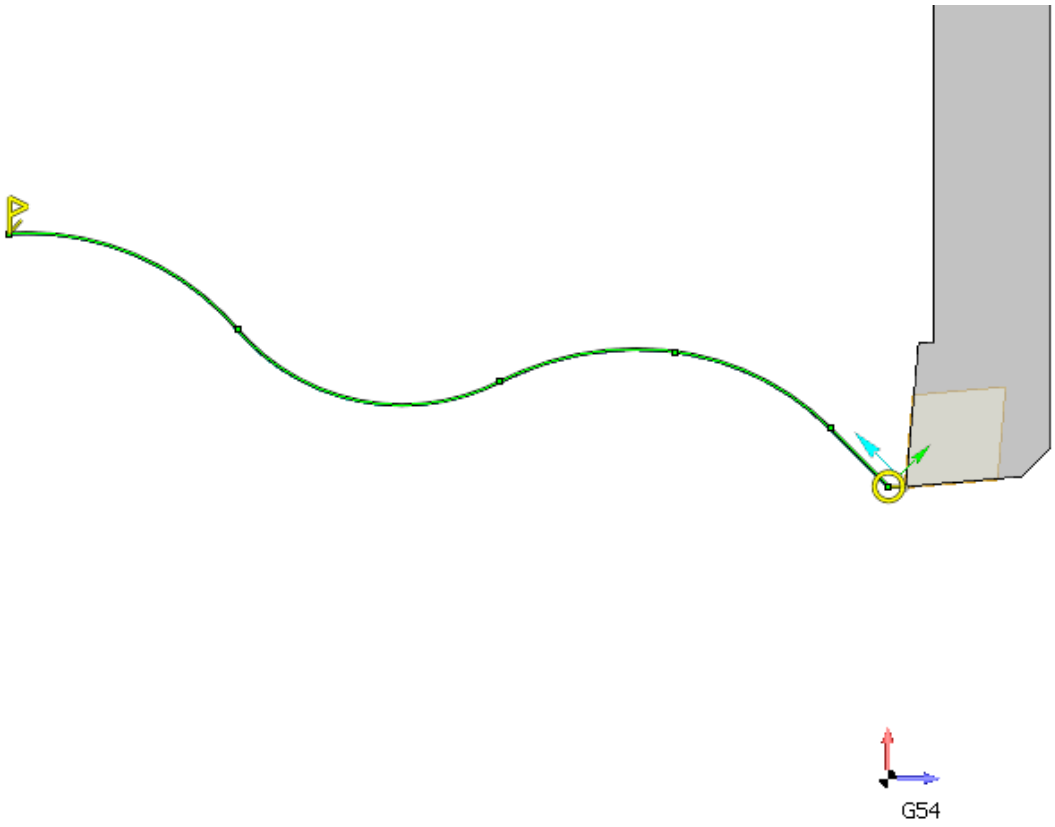
5.9.3.11 4-х осевое точение

4-х осевое точение позволяет производить чистовую обработку труднодоступных участков при помощи всего одной операции за счет непрерывного изменения угла наклона инструмента в процессе перемещения вдоль контура (с использованием 4-й оси станка, при ее наличии). Это позволяет уменьшить количество смен инструмента, тем самым увеличить производительность обработки. Для расчета траектории используется заданная геометрия контура, а также информация об углах наклона инструмента в той или иной точке контура. Пользователь может указать любое количество углов наклона инструмента, которые могут быть заданы в произвольном месте контура.

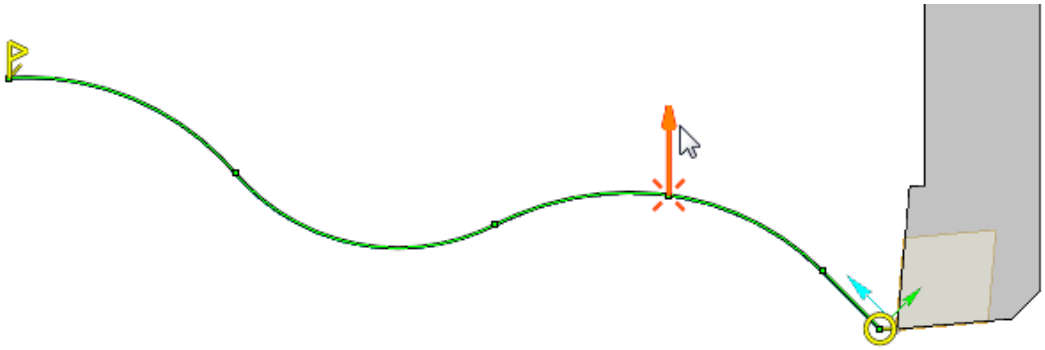


Практически все параметры для данного типа обработки задаются интерактивно в графическом окне. Сразу после добавления элемента "4-х осевое точение" с некоторым контуром на экране отобразится заданный контур с метками начала и конца. В нем не

будет никаких видимых дополнительных векторов наклона инструмента. В этом случае после расчета траектории угол наклона инструмента будет оставаться неизменным, таким какой он задан в инспекторе в параметрах начального состояния операции.

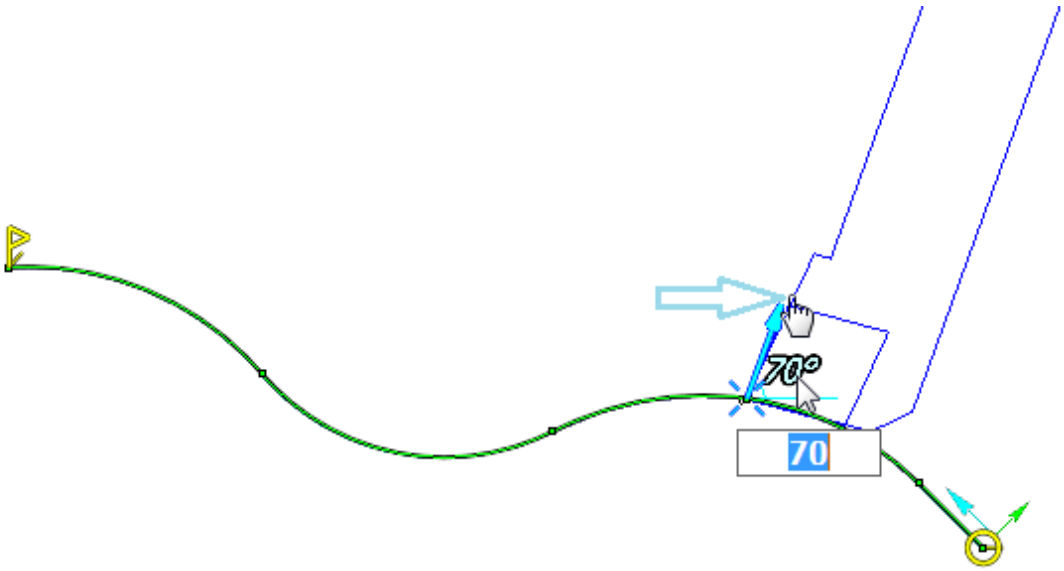


Однако, если подвести курсор мыши, то в области узловых точек контура будут подсвечиваться вектора наклона инструмента. По умолчанию они являются невидимыми, поскольку вектор наклона инструмента в данных точках уже соответствует данному вектору.

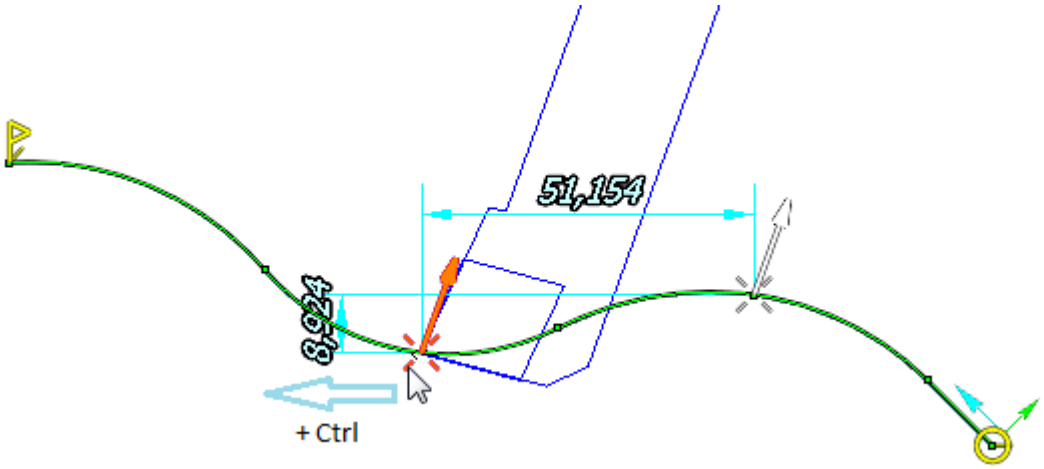


Если нужно изменить угол наклона инструмента в подсвечиваемой точке, можно ухватить вектор и потащить. При этом на экране отобразится угловой размер, определяющий угол наклона инструмента относительно оси вращения, а также контур инструмента. Желаемого угла наклона вектора в точке можно добиться либо непосредственно перетаскиванием при помощи мыши, либо указанием конкретного значения угла в поле ввода, которое появится при щелчке на цифре.

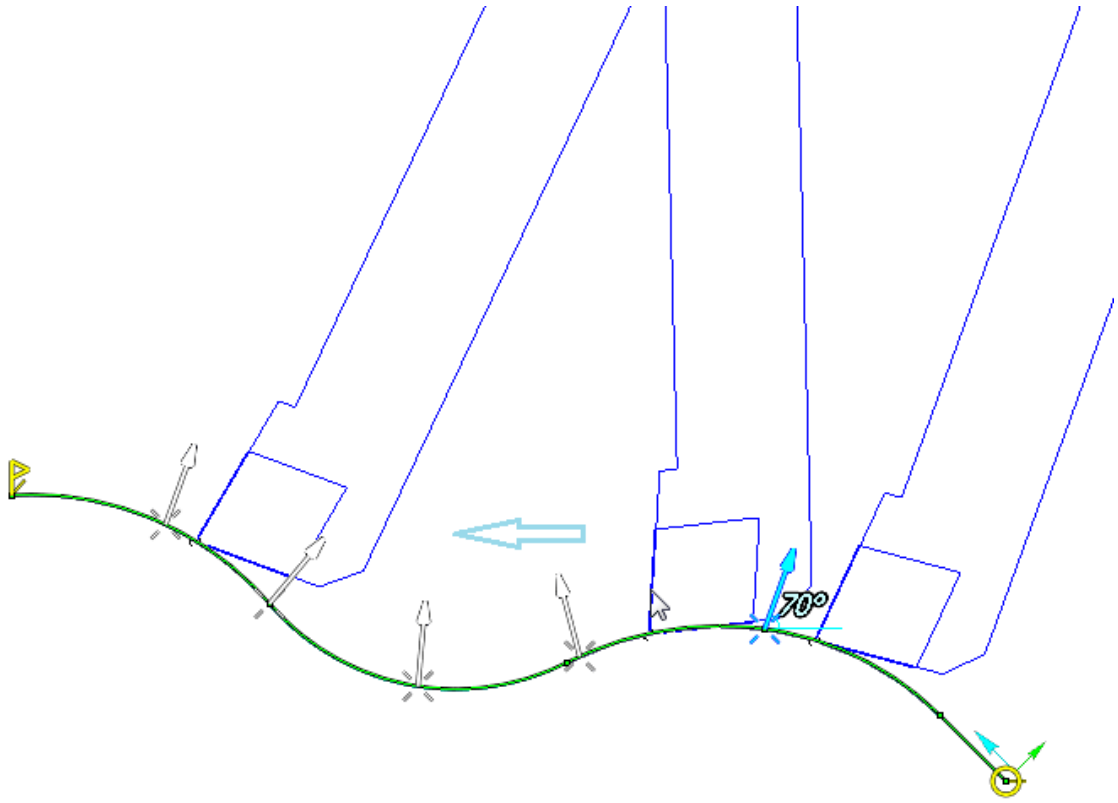
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Если теперь щелкнуть в произвольном месте экрана, то вектор станет невыделенным и останется видимым. Таким образом можно добавлять новые вектора. Чтобы задать вектор наклона в промежуточной не узловой точке контура можно ухватиться за крестик у основания вектора и потащить. Вектор будет перемещаться вслед за указателем мыши вдоль контура. Если при этом удерживать клавишу Ctrl, то изменяться будет копия исходного вектора наклона.

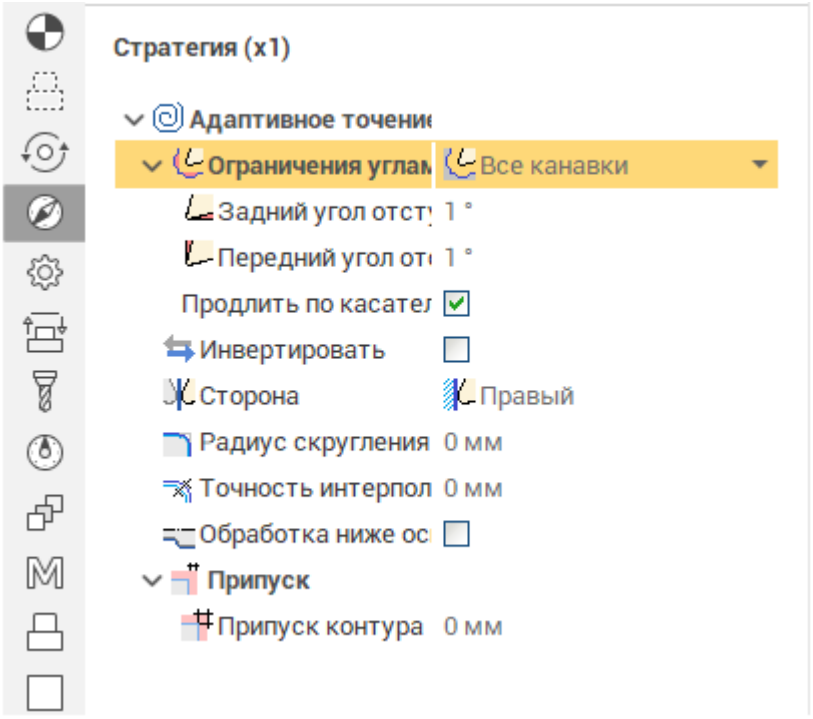


Наклон в промежутке между двумя заданными векторами изменяется непрерывно от первого вектора до второго. Это можно проконтролировать, ухватившись за контур инструмента, который отображается при выделении какого-либо вектора, и потащив инструмент вдоль контура. Инструмент будет перемещаться вслед за указателем мыши вдоль всего контура. При этом наклон инструмента, будет также меняться и будет соответствовать наклону вектора в текущей точке. Таким образом, если включить видимость детали или заготовки, можно легко контролировать положение инструмента на наличие столкновений, а также добиваться оптимального угла резания.



Для удаления ненужных векторов наклона инструмента их можно выделить на экране и нажать клавишу Del на клавиатуре.

Остальные параметры обработки(see page 1280) для элемента "4-х осевое точение" ничем не отличаются от других элементов рабочего задания токарных операций. Они могут быть отредактированы в окне свойств элемента рабочего задания.



Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

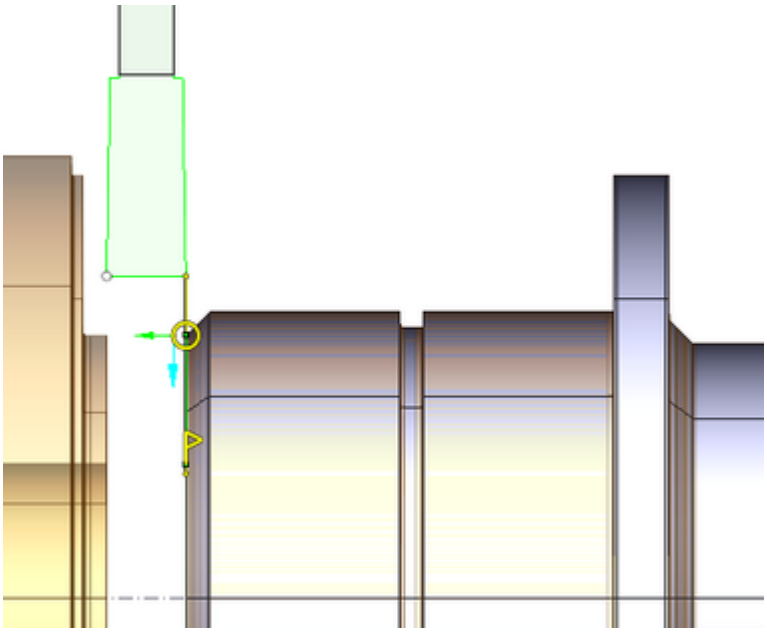
Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

Методы редактирования контура(see page 1285)

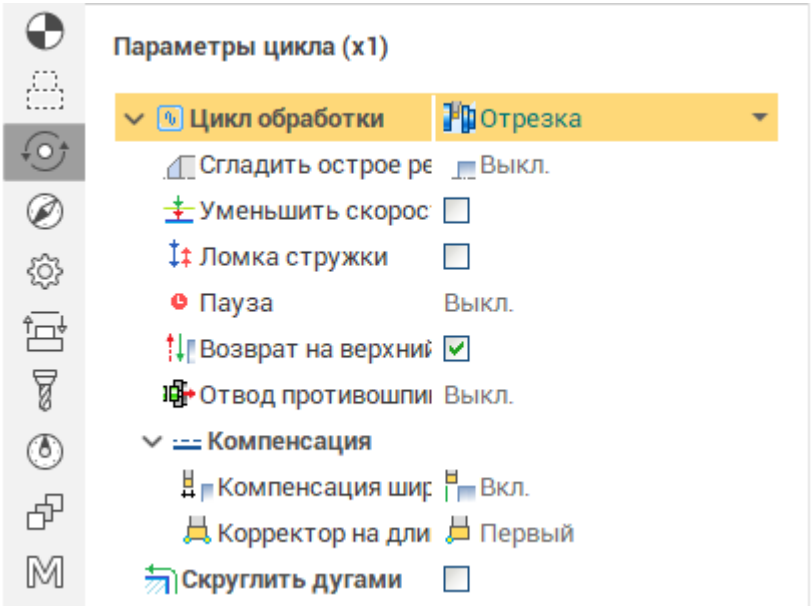
Типы элементов рабочего задания (циклы)(see page 1238)

5.9.3.12 Цикл Отрезка



Цикл выполняет отделение законченной обработанной детали от оставшейся части заготовки с одновременной финишной обработкой заднего торца детали. Контур рабочего задания для данного цикла формируется автоматически как вертикальный отрезок между наружным и внутренним диаметрами заготовки на правом, либо левом торце детали. Левая или правая сторона будет выбрана зависит от указанного направления, которое отображается в виде зеленой стрелочки на экране рядом с начальной точкой. Можно кликнуть на нее чтобы сменить сторону обработки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Цикл также может сформировать **фаску или скругление** на формируемой задней поверхности детали. Также возможно использование ломки стружки во время отрезки с задержкой на дне или на каждом опускании. Возврат на верхний уровень может быть отключен в случае если вы хотите использовать отрезной инструмент в качестве упора для прутка, выталкиваемого устройством подачи прутка.

Компенсация ширины инструмента автоматически добавляет ширину пластины к значению осевой координаты обрабатываемой поверхности. Использование левого, либо правого корректора также может быть легко переключено соответствующим параметром.

Параметр **Отвод противошпинделя** позволяет задать расстояние на которое должен быть отодвинут противошпиндель после завершения отрезки. Имя оси станка, управляющей перемещением противошпинделя, должно быть указано в соответствующем параметре.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

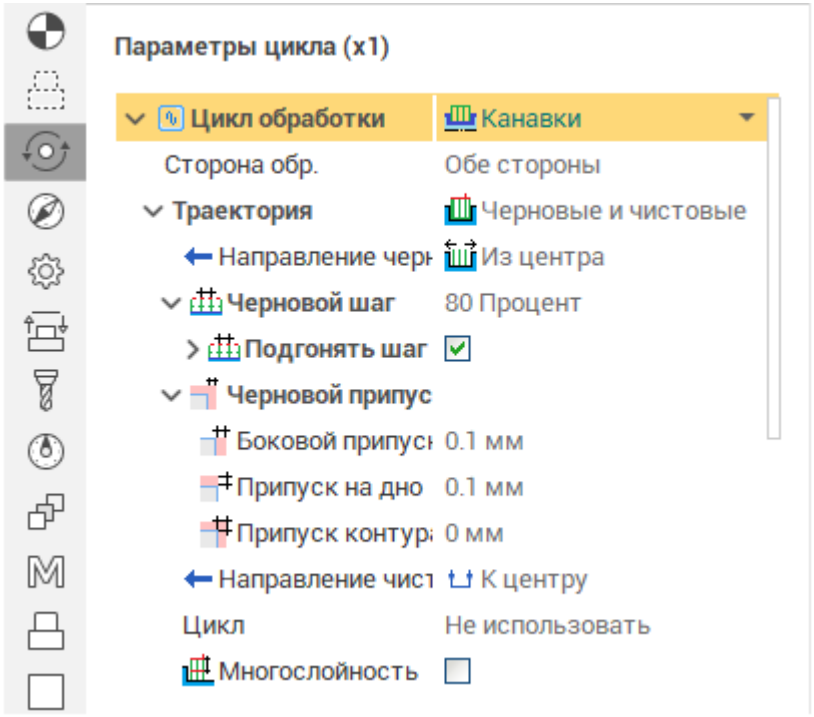
Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Токарные циклы(see page 1238)

5.9.3.13 Цикл обработки канавок

Цикл обработки канавок позволяет сформировать один из циклов ISO G74/G75 на основе габаритов заданного контура. Параметры цикла задаются в окне свойств. Параметр **направление** позволяет переключаться между G74 и G75.

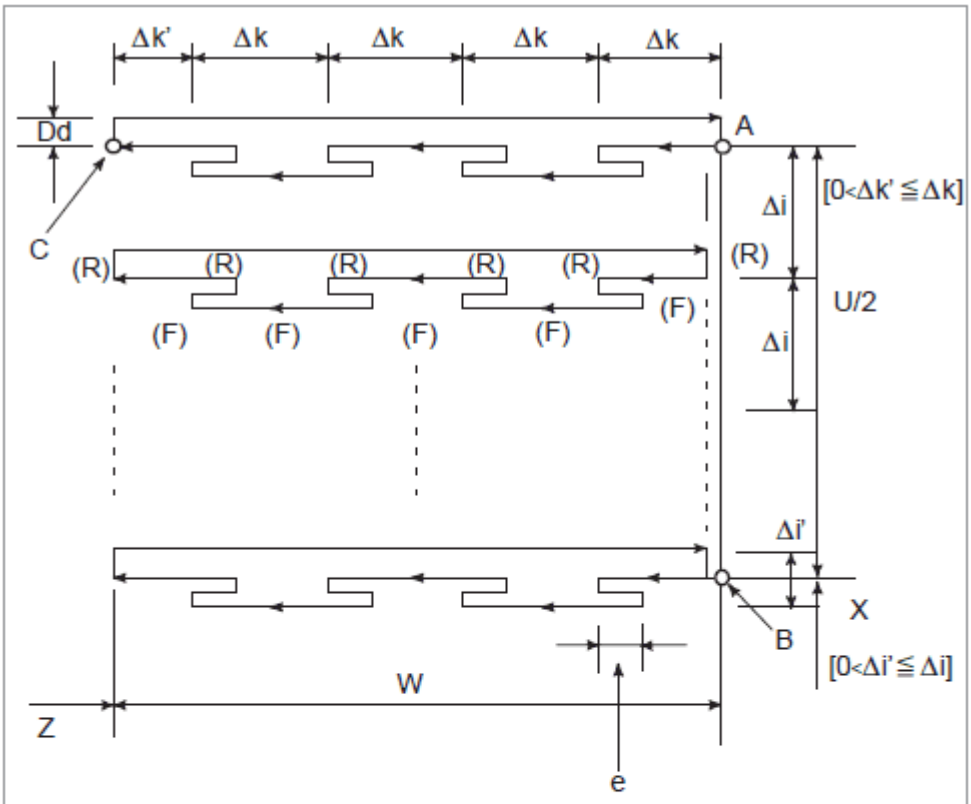
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Ниже представлена выдержка из документации стойки ЧПУ FANUC по циклам G74/G75.

Следующая программа позволяет создать траекторию резания, показанную на рис. 13.2.5 В этом цикле возможно стружкодробление, как показано ниже. Если X (U) и P опущены, то в результате будет выполняться операция только по оси Z, используемой для сверления.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



G74R (e) ;

G74X(U)_ Z(W)_ P(Δi) Q(Δk) R(Δd) F (f) ;

e : Return amount
This designation is modal and is not changed until the other value is designated. Also this value can be specified by the parameter No. 5139, and the parameter is changed by the program command.

X : X component of point B

U : Incremental amount from A to B

Z : Z component of point C

W : Increment amount from A to C

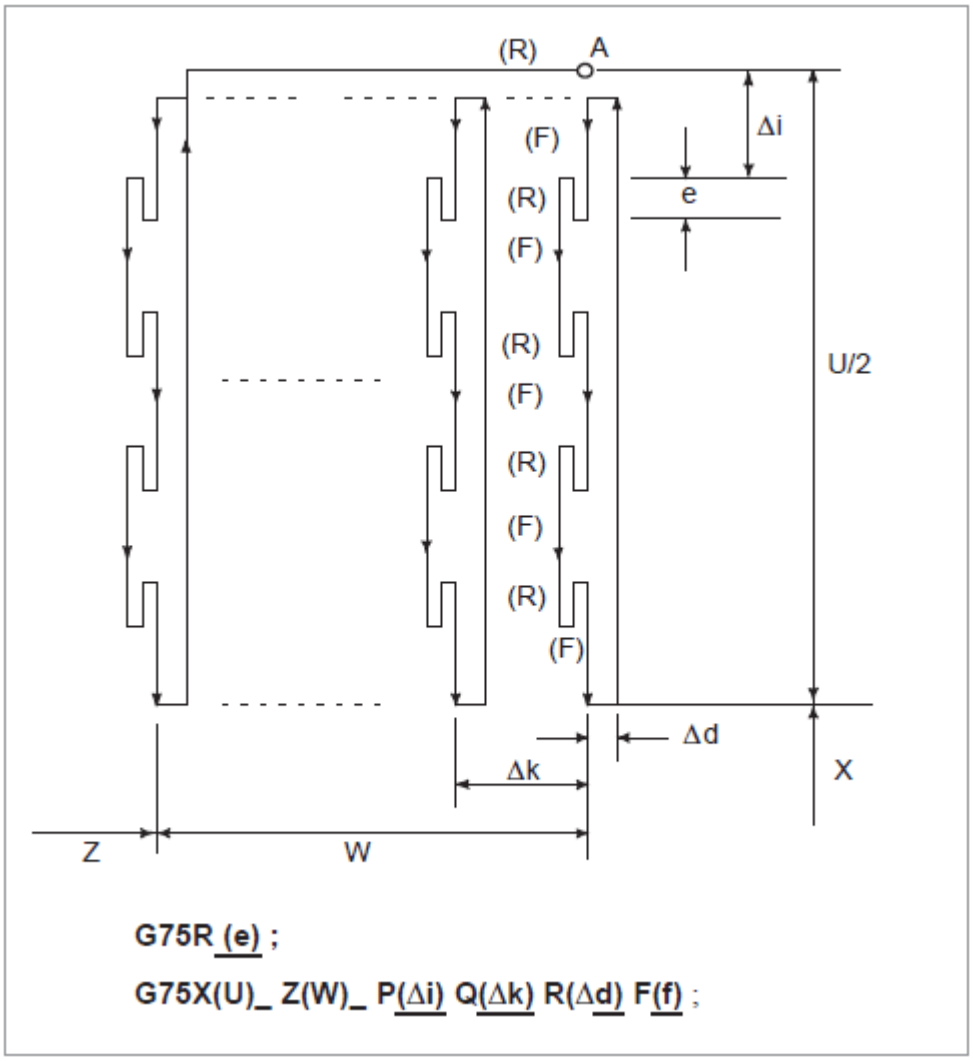
Δi : Movement amount in X direction (without sign)

Δk : Depth of cut in Z direction (without sign)

Δd : Relief amount of the tool at the cutting bottom. The sign of Δd is always plus (+). However, if address X (U) and Δi are omitted, the relief direction can be specified by the desired sign.

f : Feed rate

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

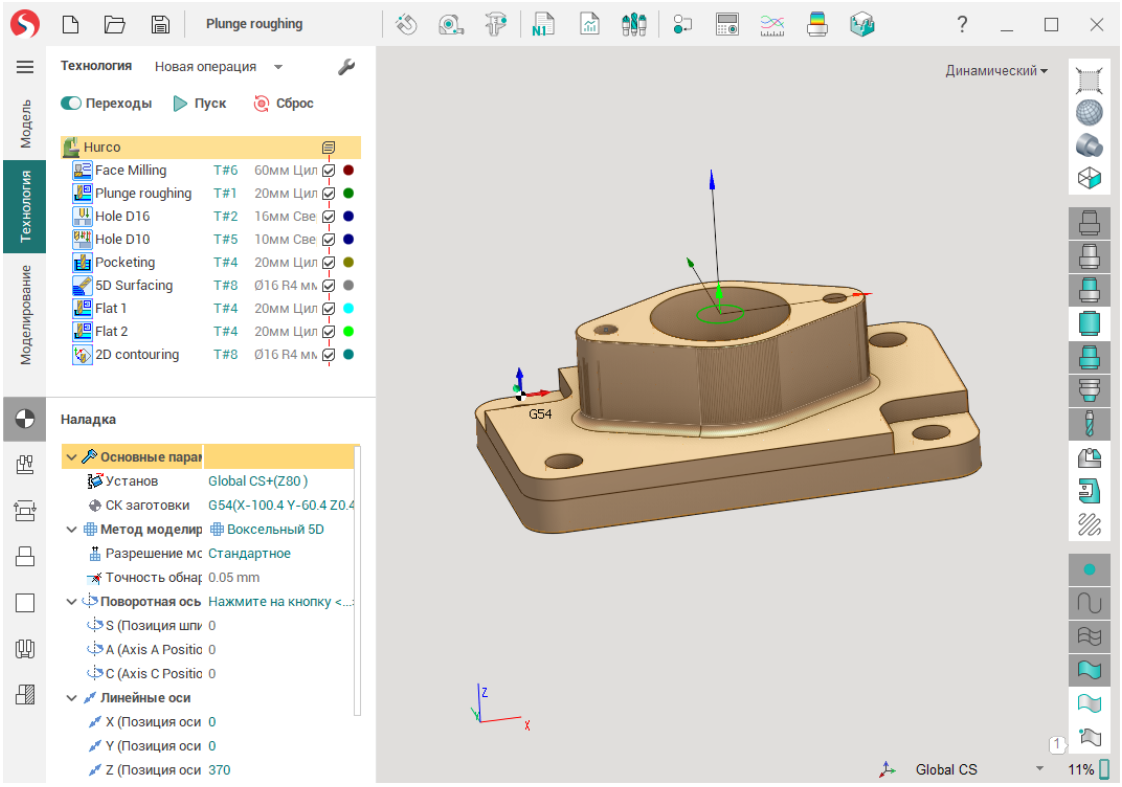
Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

Методы редактирования контура(see page 1285)

Типы элементов рабочего задания (циклы)(see page 1238)

5.9.4 Настройка технологических операций

Параметры операции определяют что, и каким образом будет обрабатываться. После выбора соответствующего узла внутри операции нижняя часть окна меняется и предоставляет инструментарий необходимый для его редактирования.



Сопутствующие ссылки:

Общие принципы формирования технологии обработки(see page 405)

Геометрические параметры операции(see page 427)

Задание детали заготовки и оснастки(see page 429)

Позиционирование детали на станке(see page 482)

Точка смены инструмента(see page 594)

Локальная система координат операции(see page 488)

Индексная многокоординатная обработка(see page 494)

Правила подвода и отвода(see page 585)

Пользовательские операции(see page 436)

5.9.4.1 Рабочее задание токарных операций

Токарные операции позволяют формировать траекторию перемещения инструмента на основе заданного контура. Они используют упрощенный алгоритм расчета траектории, который не учитывает геометрические размеры державки инструмента и допустимые направления его резания. Из геометрии пластины учитываются только ее радиус на конце и ограничивающие углы врезания. Текущее состояние заготовки в простейших случаях также не учитывается. В качестве обрабатываемого контура может быть указана любая кривая, импортированная, нарисованная в режиме "2D Геометрия", либо образующая тела вращения детали. Ключевой особенностью токарных операций является возможность непосредственного редактирования указанного контура в режиме формирования рабочего задания. Указанный контур может быть оформлен в виде стандартных циклов для снятия припуска, обработки канавок или резьбы. Совокупность этих возможностей позволяет технологу сформировать такую траекторию, которая ему необходима.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Способы добавления элемента рабочего задания:

1. Добавление существующей кривой. Для этого в графическом окне следует выбрать нужную кривую (или набор кривых) и нажать на кнопку добавления желаемого типа элемента (цикла).

2. Добавление образующей группы поверхностей. Для этого в графическом окне следует выбрать нужные поверхности и нажать на кнопку добавления желаемого типа элемента (цикла). Образующая для этих поверхностей будет вычислена автоматически.

3. Добавление токарной образующей всей детали. Для этого следует нажать на кнопку добавления нужного типа элемента (цикла) без выделения каких-либо геометрических элементов в графическом окне.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

Технологические операции для токарной обработки(see page 1170)

Токарные циклы(see page 1238)

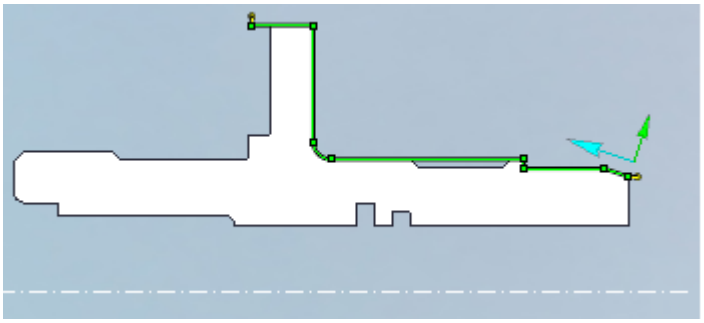
Параметры элемента рабочего задания(see page 1280)

Методы редактирования контура(see page 1285)

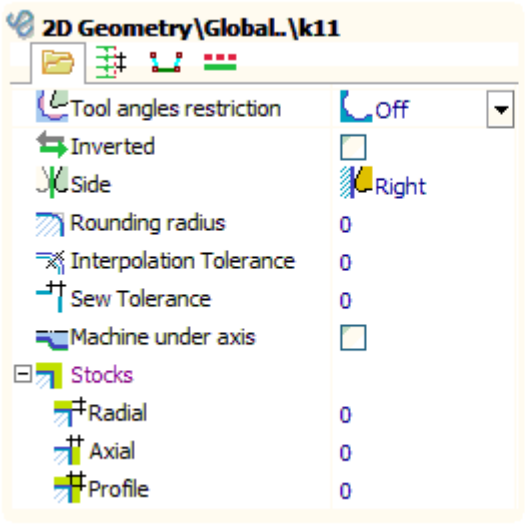
Параметры элемента рабочего задания

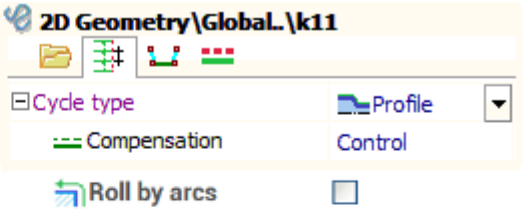
Базовые параметры:

Сразу после добавление контура в список элементов рабочего задания он отображается в графическом окне (см. рисунок ниже). Напротив начальной точки контура отображаются стрелочки определяющие направление и сторону обработки. Щелчок левой кнопкой мыши по голубой стрелочке меняет направление обработки. Щелчок правой кнопкой мыши по зеленой стрелочке меняет сторону обработки.



При нажатии правой кнопкой мыши по любой из стрелочек открывается окно параметров контура. Такое же окно открывается при нажатии на кнопку "Свойства" элемента.





Тип цикла(see page 1238) определяет способ формирования траектории на основе заданного контура.

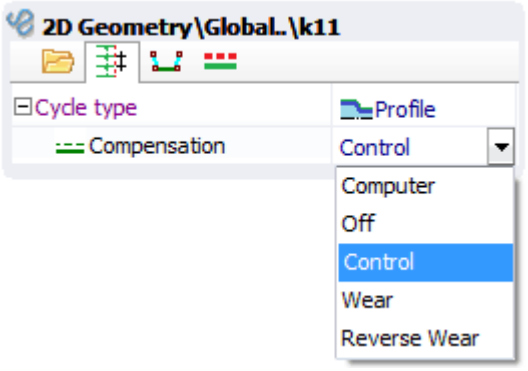
Радиус скругления кромок определяет радиус дуги которой будут скругляться все острые наружные углы контура. Если радиус равен нулю, то скругление не выполняется.

Точность интерполяции дугами позволяет перестроить контур объединив множество входящих в него сегментов дугами окружностей или отрезками. При этом результирующий контур будет отстоять от исходного не более чем на указанную величину. Применение этой функции целесообразно, например, при обработке сплайновой кривой.

Припуски позволяют сдвинуть контур траектории инструмента в осевом, радиальном или эквидистантном направлении. Положительное направление припуска определяется обрабатываемой стороной контура

Точность сшивки используется при построении токарной образующей по множеству кривых и поверхностей.

Режимы коррекции контура с учетом радиуса инструмента:



Если коррекция выключена (**Выкл.**), то контур выводится в управляющую программу без каких-либо преобразований. При использовании этого режима на сложных контурах возможны зарезы либо недоработки, что требует особого внимания при моделировании обработки.

Если включен режим коррекции "**на компьютере**", то к исходному контуру строится эквидистанта на радиус пластины инструмента, а затем она смещается на настроечную точку инструмента. Как правило это приводит к смещению наклонных отрезков, увеличению наружных и уменьшению внутренних радиусов дуг окружностей контура на радиус пластины. Начальные точки также смещаются на радиус пластины.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Если задан режим коррекции "**на стойке**", то контур выводится в управляющую программу без геометрических преобразований, Но перед кадрами подхода и отхода выводятся, соответственно, команды включения и выключения коррекции (ISO G41/42/40).

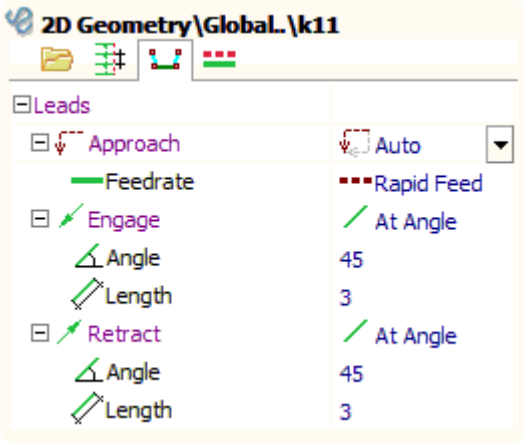
Режимы **износ и обратный износ** характерны тем, что геометрия контура преобразуется согласно правилу "**на компьютере**", Но дополнительно выводятся команды включения и выключения коррекции, так как это делается для режима коррекции "**На стойке**". Режимы **износ и обратный износ** отличаются друг от друга направлением коррекции.

Параметр "**Обработка ниже оси вращения**" позволяет сформировать траекторию обработки за осью вращения. Соответственно все радиальные координаты в такой программе будут иметь отрицательное значение.

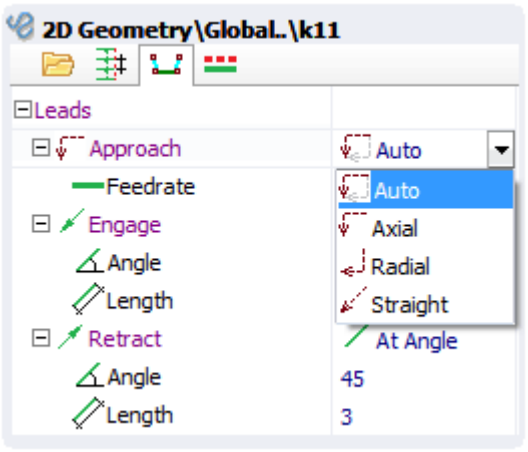
Если включен параметр "**Скруглить дугами**" и режим коррекции установлен в "Износ" или "Компьютер", то в наружных углах контура формируется дуга, с радиусом равным радиусу пластины. Иногда это позволяет снизить вибрацию станка от резкой смены направления движения инструмента.

Подводы, отводы и переходы между элементами.

Перед началом и в конце каждого контура добавляется еще по одному элементу. Эти элементы называются соответственно подвод и отвод. При использовании коррекции на радиус пластины, подвод является ходом включения коррекции, а отвод - ходом выключения. Геометрические размеры подвода и отвода удобнее всего задавать в графическом поле. Причем могут задаваться как конечная точка так и длина отрезка. Подвод/отвод может выполняться по отрезку или дуге. Для переключения типа дуга-отрезок на графическом экране нужно щелкнуть по уже выбранному подходу. Геометрические параметры подвода и отвода могут также задаваться в следующем окне.



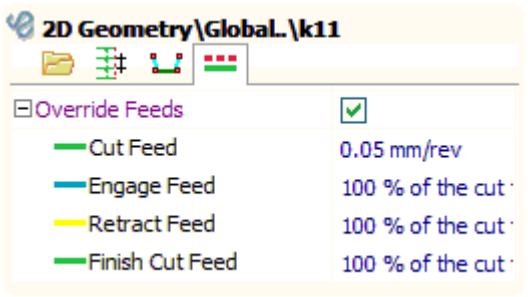
Если в операции задано несколько элементов, то переходы между ними по умолчанию осуществляются на ускоренной подаче. Способ подхода в первой точке контура из последней точки предыдущего элемента определяется **режимом подхода**.



В **осевой** режиме, то подход вначале производится в осевом, а затем в радиальном направлении. В **радиальном** режиме наоборот подход выполняется вначале в радиальном, затем в осевом направлениях. Режим "**Прямая**" формирует переход по прямой линии. **Автоматический режим** выбирает радиальный или осевой подход в зависимости от последней точки предыдущего контура и стороны обрабатываемого контура. При необходимости может быть указана требуемая подача выполнения перехода.

Управление подачами

Обработка вдоль каждого контура по умолчанию осуществляется с подачей указанной в параметрах операции(see page 1287). При необходимости указать различную подачу для каждого элемента рабочего задания, воспользуйтесь окном свойств элемента.



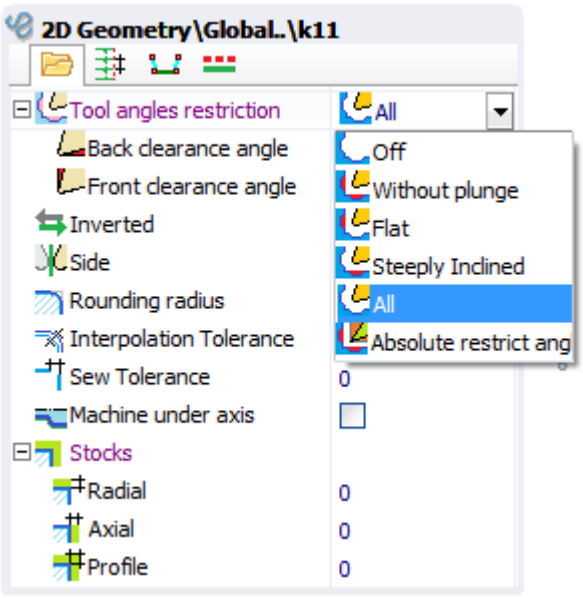
Если галочка напротив пункта "**Подачи**" не установлена, то подача контура будет браться из окна параметров операции, в противном случае подачи указываются в данном окне.

Ограничения контура углами инструмента

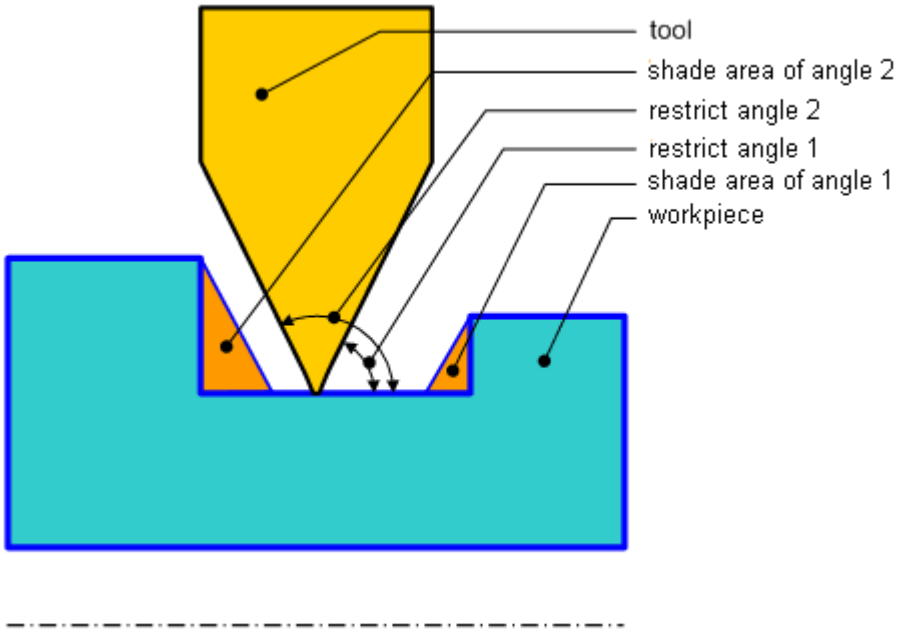
При обработке канавок для исключения зарезов и поломок инструмента практически всегда необходимо учитывать допустимые углы резания инструмента. Эти углы задаются в окне свойств. Существует 6 режимов контроля углов инструмента.

По умолчанию для простого контура контроль углов инструмента **выключен**. В этом случае коррекция контура по углам инструмента не производится. Если в контуре имеются канавки, то скорее всего это приведет к зарезу детали.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



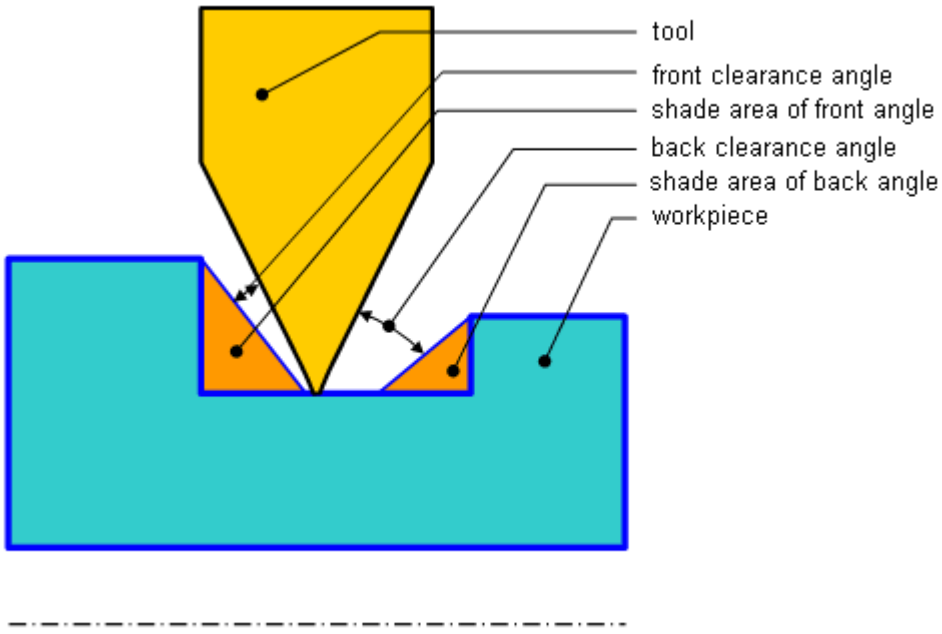
Режим "**ограничение абсолютными углами**" позволяет откорректировать контур вне зависимости от реальных углов инструмента. Эти углы отмеряются от горизонтальной линии и изображены на следующем рисунке.



Режим "**без врезания**" позволяет полностью исключить опускание инструмента как в торцевые, так и в цилиндрические канавки. При наружнем точении в левом шпинделе этот режим соответствует установке первого угла в ноль градусов и второго угла в 90 градусов.

Режим "**все канавки**" позволяет опускаться в торцевые и боковые канавки настолько, насколько позволяет инструмент. При этом задаются задний и передний углы отступа, которые определяют абсолютные углы относительно углов реального инструмента и изображены на нижеследующем рисунке.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Режим "**горизонтальные канавки**" позволяет инструменту опускаться только в цилиндрические канавки и не заходить в торцевые. При наружнем точении в левом шпинделе этот режим соответствует установке второго абсолютного угла в 90 градусов и заднего угла отступа.

Режим "**вертикальные канавки**" позволяет инструменту заходить только в торцевые и не опускаться в цилиндрические канавки. При наружнем точении в левом шпинделе этот режим соответствует установке первого абсолютного угла в 0 градусов и переднего угла отступа.

Сопутствующие ссылки:

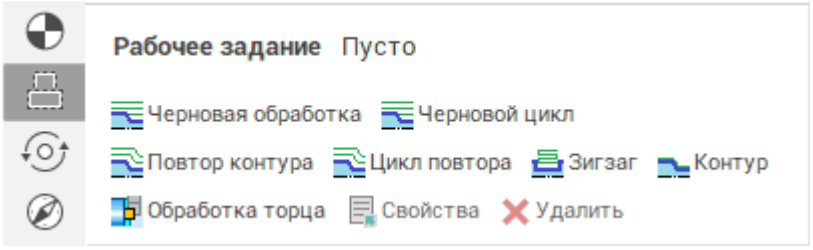
Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

Методы редактирования контура

Активация режима редактирования контура

Для активации режима редактирования контура, нужно перейти в режим формирования рабочего задания, и добавить элемент рабочего задания, если необходимо.



Галочки слева от элементов позволяют скрыть элементы не требующие редактирования. Если в окне имеется хотя бы один видимый элемент и нажата кнопка видимости рабочего задания  , то в графическом окне появится следующая панель управления процессом редактирования контура:  .

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Методы выбора элементов контура

Простой щелчок мыши позволяет выбрать отдельный сегмент или вершину контура. Выбранные объекты помечаются цветом. Выбор прямоугольником (нажимаем мышь в одной вершине прямоугольника и отпускаем в другой) помечает все элементы входящие в прямоугольник. Двойной щелчок мыши на отрезке выбирает все отрезки, лежащие на этой же прямой. Двойной щелчок мыши по дуге выбирает все дуги контура того же радиуса. Двойной щелчок мыши по фаске выбирает все фаски того же размера. При удерживании "Ctrl" выделяется цепь элементов, соединяющая последний выбранный контур с вновь указанным.

Операции редактирования контура

1. Перемещение вершины осуществляется ее перетаскиванием в новую позицию.

2. Смещение выбранных элементов по эквидистанте производится перетаскиванием мышью, При этом "хватать" нужно за элементы, а не вершины.

3. Изменение радиуса дуги имеет два режима. В первом режиме подсвеченная дуга перетаскивается в нужную позицию. При этом центр дуги смещается так, чтобы соседние элементы контура не меняли своего положения. Во втором случае необходимо вначале выделить дугу, щелкнув по ней, после чего отрисуется ее центр. После этого изменение радиуса дуги будет производиться с изменением примыкающих элементов, а центр будет оставаться на месте.

4. Удаление выбранных элементов контура осуществляется кнопкой 'Del' на клавиатуре или  в панели редактирования

5. Удаление конструктивного элемента производится кнопкой  или "Shift+Del". При этом выбранные элементы удаляются, а соседние элементы удлиняются до замыкания.

6. Для добавления фаски или скругления нужно выделить требуемую вершину и нажать соответствующую кнопку на панели редактирования

7. Последние выполненные действия могут быть отменены или восстановлены нажатием соответствующих кнопок на панели редактирования.

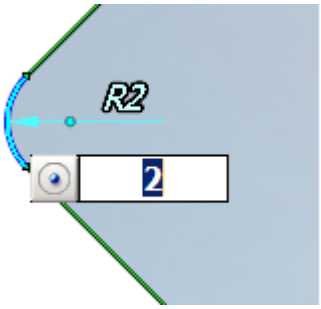
Точное задание размеров

После выбора элемента появляются размерные линии. Щелкнув мышью по размеру можно указать его точное значение. Внутри окна редактирования размера действует ролик мыши. Если элемент был изменен, то выводятся также размеры относительно исходной позиции элемента.

При выборе элемента система автоматически пытается распознавать такой конструктивный элемент как канавка (см. картинку ниже). Если канавка опознана, то выводится размер ширины канавки. Зеленые стрелочки в поле редактирования определяют какая из сторон канавки будет менять положение при изменении размера.



При указании радиуса дуги (см. картинку ниже), поле ввода размера содержит кнопку, определяющую что будет изменяться координаты центра или соседние элементы



Сопутствующие ссылки:

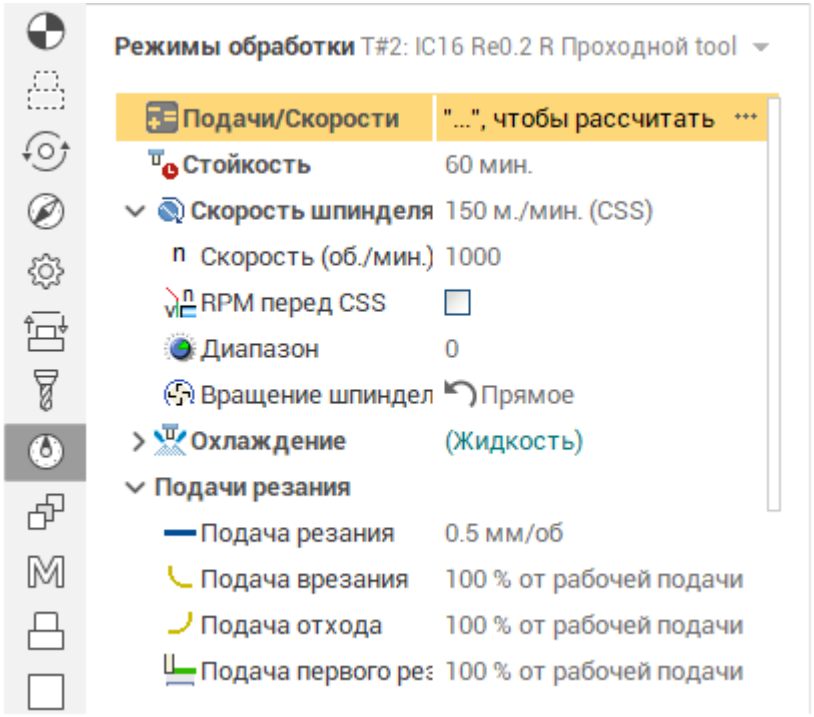
Обработка на токарных станках(see page 1169)

Рабочее задание токарных операций(see page 1279)

5.9.4.2 Режимы резания токарных операций

Для задания параметров подач текущей токарной операции следует открыть окно параметров операции и перейти на страницу <Режимы>. Пример окна для операции обработки торца представлен ниже.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Скорости

Существует два способа задания частоты вращения шпинделя. Прямое <RPM> и посредством задания постоянства скорости резания <CSS>. В первом случае задаётся скорость вращения шпинделя. Во втором случае, исходя из текущего диаметра детали, стойка ЧПУ рассчитывает текущее значение частоты вращения шпинделя и отрабатывает его. В этом случае конкретная скорость вращения шпинделя не задаётся, ограничивается лишь её максимальное значение. Также имеется возможность вызова калькулятора(see page 1287) расчёта скорости и подачи.

RPM перед CSS

В том случае, если инструмент находится в точке смены и шпиндель включается в режиме CSS, то вращение будет медленным, потому что инструмент достаточно далеко от оси вращения детали. При первом ускоренном перемещении, когда инструмент подходит к детали, шпиндель очень сильно ускоряется, что вызывает экстремальные нагрузки на станок. Для устранения этой проблемы некоторые производители станков рекомендуют вначале включать шпиндель в режиме RPM, а после подхода к заготовке переключать его в режим CSS. Таким образом, при включенной галочке RPM перед CSS, шпиндель вначале включается в режиме RPM с той скоростью, которая будет в первой точке рабочей подачи, затем выполняется подход, затем переключение в режим CSS.

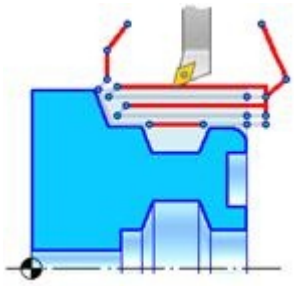
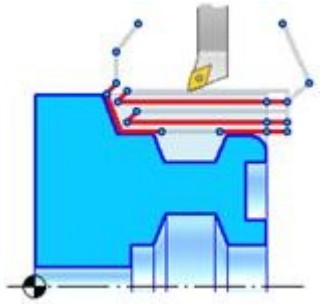
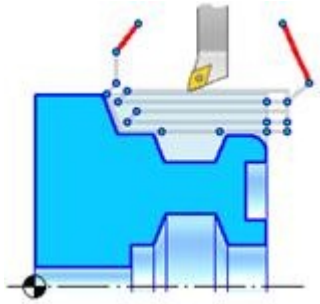
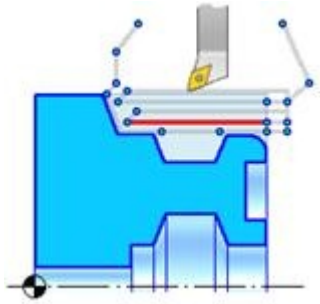
Диапазон

Диапазон может задавать номер скорости для, например, станков с механической коробкой скоростей.

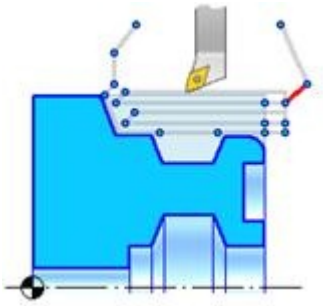
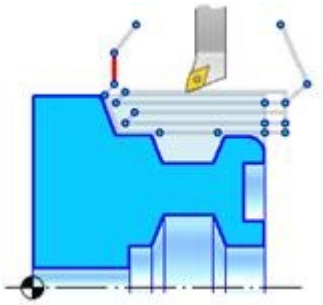
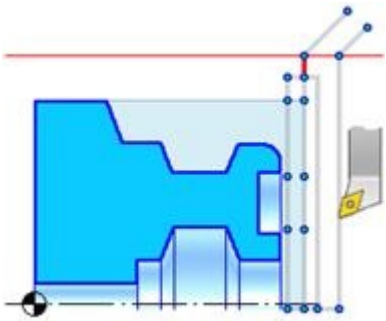
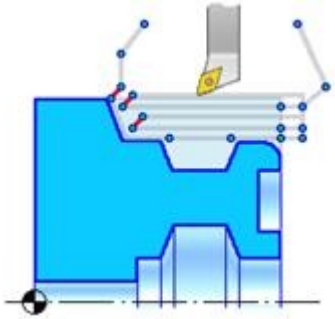
Подача

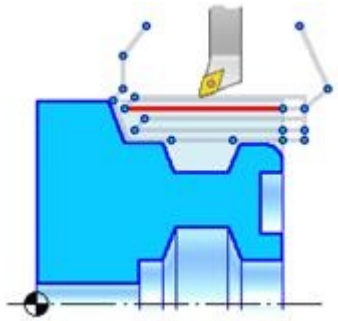
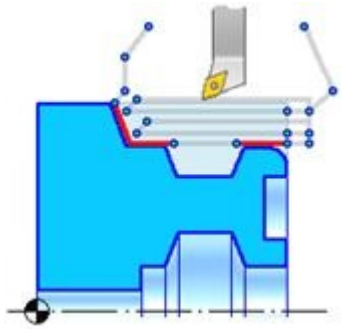
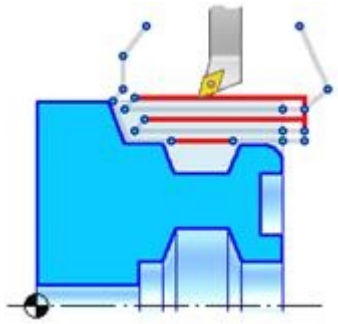
В окне устанавливаются подачи для различных участков траектории. В зависимости от типа операции, ее траектория может не содержать участки определенных типов, поэтому количество подач списке может меняться.

Все типы подач сведены в таблицу представленную ниже.

Все вспомогательные подачи	
	Все подачи, на которых не производится снятие материала заготовки. Используются для перемещения инструмента до и после рабочего хода.
Все рабочие подачи	
	Все подачи, на которых производится снятие материала заготовки.
Ускоренная подача	
	Используется при перемещении на безопасной плоскости. Участки траектории, выполняемые на ускоренной подаче, изображаются красным цветом. При переключении на ускоренную подачу формируется команда RAPID промежуточного языка CLDATA.
Подача резания	
	Определяет подачу, на которой выполняется рабочий ход. Эта величина является основной. Все остальные подачи могут задаваться в процентах относительно рабочей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Подача подвода	
	Определяет подачу для подвода инструмента в зону резания, в точку начала подхода первого рабочего хода из начальной точки.
Подача отвода	
	Определяет подачу для отвода инструмента из конечной точки отхода последнего рабочего хода в конечную точку.
Подача подхода	
	Определяет подачу, на которой выполняется подход к рабочему ходу. По умолчанию подача равна подаче резания.
Подача отхода	
	Определяет подачу, на которой выполняется отход от обрабатываемой поверхности после рабочего хода. По умолчанию подача равна подаче резания.

Подача первого хода	
	Определяет подачу, с которой будет сниматься первый слой с заготовки. Если заготовка имеет корку, то подача должна быть выставлена меньше рабочей.
Подача последнего хода	
	В черновых операциях определят подачу движения вдоль обрабатываемой поверхности для получения требуемой шероховатости.
Подача перехода к следующему слою	
	Определяет подачу, на которой выполняется переход к следующему рабочему ходу.

Величины подачи могут быть заданы в следующих единицах

- <мм/мин.> – задаёт подачу в виде линейного перемещения инструмента за одну минуту обработки;
- <мм/Об.> – задаёт подачу в виде линейного перемещения инструмента на один оборот шпинделя;
- <в % от рабочей подачи> – задаёт подачу в виде процентного отношения к подаче резания. Например: при 100% подача будет равна подаче резания, при 50% подача будет равна половине от подачи резания.

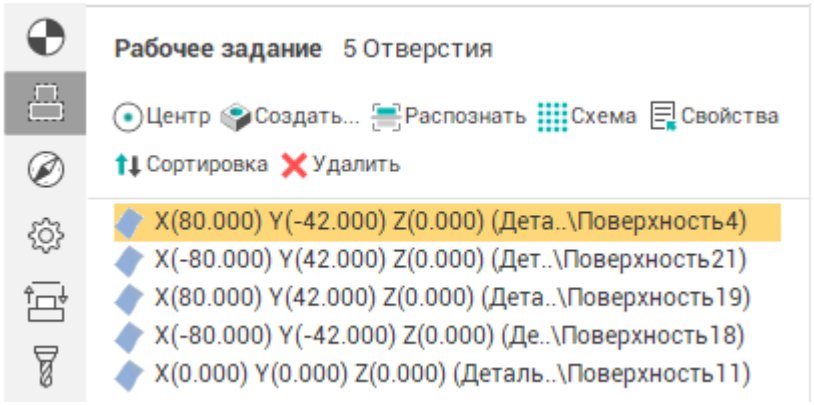
© 2025 ООО СПРУТ Технология

***Примечание**: При изменении подачи резания величины заданные в процентах от неё будут автоматически пересчитаны.*

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарных станках(see page 1169)

5.9.4.3 Рабочее задание для операции обработки отверстий



- Центр — Создать отверстие объектом типа «Точка»
- Создать... — Создать отверстие вводом координат
- Распознать — Распознать отверстия в модели детали
- Схема — Создать группу отверстий по схеме
- Свойства — Параметры выбранных отверстий
- Удалить — Удалить выбранные элементы

В операции обработки отверстий(see page 791) список отверстий определяет количество, последовательность, и параметры обрабатываемых отверстий. Порядок следования объектов в списке определяет порядок обработки при отключенной в окне параметров оптимизации. Смена последовательности производится перетаскиванием операций мышью.

Каждое отверстие характеризуется координатами центра, диаметром, а также значениями верхнего и нижнего уровней. Если центр задается координатами, то отверстие помечается иконкой . Если центр отверстия определяется объектом типа точка, то строка помечается иконкой . Вне зависимости от способа задания центра, глубина отверстия задается непосредственно в окне < Параметры отверстий >. Для задания верхнего и нижнего уровней, необходимо выбрать в правом списке желаемые точки и заполнить поля < Zмакс. > и < Zмин. >.

***Примечание:** В операции <**Обработка отверстия 5D**> для каждой точки центра отверстия может быть задано направление сверления в окне рабочего задания для параметров отверстия в поле <**Инвертировать**> или в графическом окне путем выбора мышкой вектора нормали из центра выбранного отверстия в операции.*

- < Zмакс. > – определяет координату Z переключения на рабочую подачу. Координата может быть задана явно или рассчитываться автоматически. При автоматическом расчете, переключение на рабочую подачу происходит на безопасном расстоянии до заготовки.
- < Zмин. > – определяет координату Z нижней точки отверстия. Координата может быть задана явно или рассчитываться автоматически. При автоматическом расчете, координата определяется по условию касания обрабатываемой модели.

Дополнительно к параметру < ZMin >, в операции для каждого отверстия может быть определен параметр < Учет фасонной части > сверла, который может принимать значения:

- < Выкл > – кончик сверла опускается на глубину < ZMin >.
- < Конец сверла > – кончик сверла опускается ниже глубины < ZMin > на величину высоты конусной части сверла, таким образом обеспечивая цилиндрический участок сверления до глубины < ZMin >.
- < Глубина > – кончик сверла опускается ниже глубины < ZMin > на величину задаваемую в поле значения глубины.

Список отверстий может быть экспортирован из операции в файл формата DXF путем выбора точек в списке и выбором пункта < Экспортировать выделенное в DXF > в контекстном меню.

Также возможно упорядочивание точек по различным параметрам, путем нажатия на кнопку рабочего задания <**Сортировка**>.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на фрезерных станках(see page 788)

Задание отверстий путем ввода координат(see page 548)

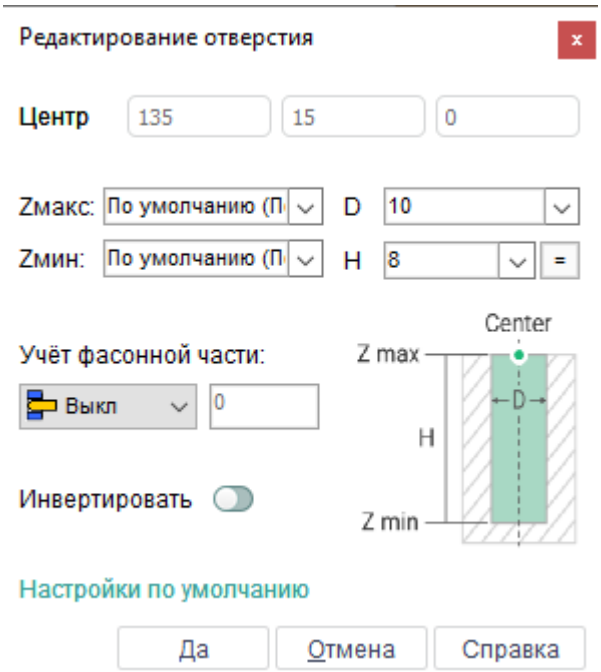
Задание отверстий геометрическим объектом типа <Точка>(see page 550)

Автоматическое распознавание отверстий(see page 551)

Задание шаблона отверстий(see page 552)

Задание отверстий путем ввода координат

Открываемое окно предназначено для задания параметров новых или существующих отверстий. Для редактирования параметров существующего отверстия окно открывается двойным щелчком мыши на редактируемом отверстии.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Для создания отверстия следует задать значения его параметров (положение, диаметр, глубину) и нажать кнопку < Да >. Созданное отверстие будет автоматически добавлено в список.

В процессе изменения параметров редактируемое отверстие отображается в графическом окне.

<**Zмакс**> - верхний уровень:

- <**По заготовке**> - верхний уровень определяется как наивысшая на пути движения инструмента координата расположения кромки заготовки;
- <**По элементу**> - верхний уровень определяется как наивысшая по пути движения инструмента координата геометрического элемента, выбранного в качестве **Рабочего задания**;
- <По умолчанию> – в скобочках отображается значение по умолчанию, выбранное в окне <**Настройки по умолчанию**>;
- <Вручную> – пользователь задает значение вручную.

<**Zмин**> - нижний уровень:

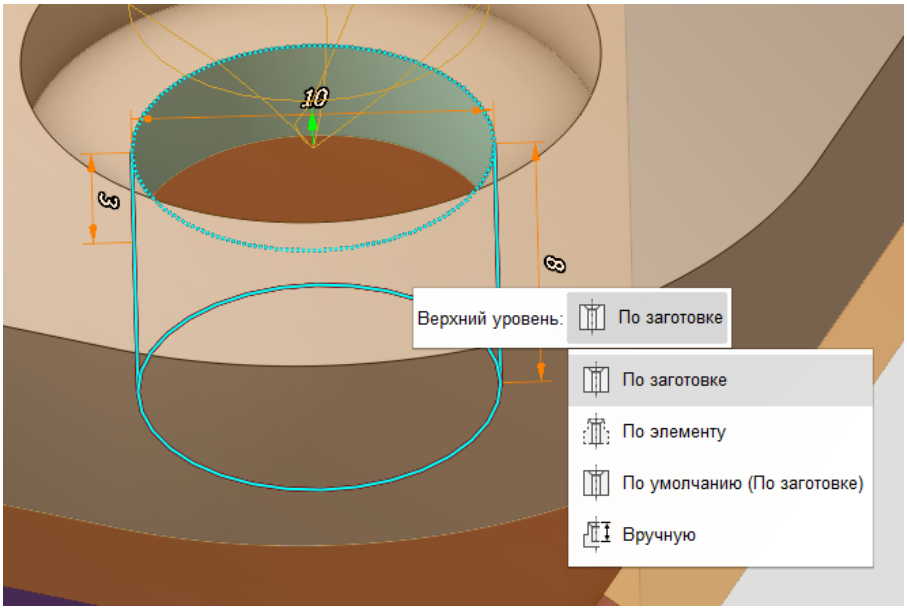
- <**По элементу**> - нижний уровень определяется как наиболее удаленная по пути движения инструмента координата геометрического элемента, выбранного в качестве **Рабочего задания**;
- <**По модели**> - нижний уровень определяется как наиболее удаленная по пути движения инструмента координата расположения отверстия на детали;
- <По умолчанию> – в скобочках отображается значение по умолчанию, выбранное в окне <**Настройки по умолчанию**>;
- <Вручную> – пользователь задает значение вручную.

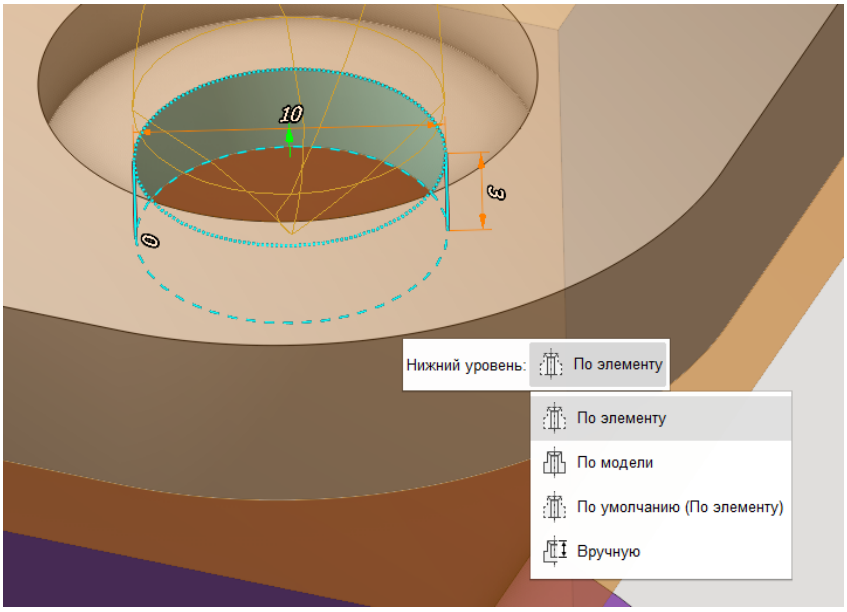
< Учет фасонной части > позволяет указать каким образом задана глубина отверстия.

- < Выключено > – последняя точка траектории совпадает и настроечной точкой сверла;
- < Конец сверла > – последняя точка траектории совпадает с кончиком сверла;
- < Глубина > – инструмент ведет себя так же как и при установке < Выключено >, но опускается глубже от неё на указанную величину;
- < Авто > – глубина отверстия определяется программно, исходя их того глухое отверстие или нет.

Кнопка <**Настройки по умолчанию**> позволяет открыть окно, чтобы задать значения по умолчанию для <**Zмакс**> и <**Zмин**>. Эти параметры применяются ко всей системы, а не только к текущему проекту.

Также можно задать режим для <**Zмакс**> и <**Zмин**> в графическом окне. Нажмите на верхний или нижний уровень отверстия и появится меню. Каждый режим отображается по-разному:





Сопутствующие ссылки:

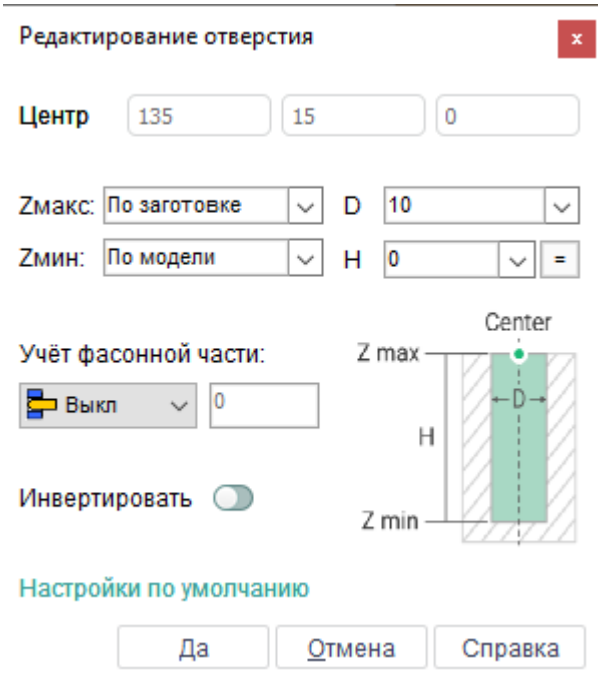
Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

Задание отверстий геометрическим объектом типа <Точка>

В список отверстий могут быть занесены ссылки на геометрические объекты типа точка и на группы геометрических объектов. Если группа содержит объекты других типов, они игнорируются. Добавление ссылок на выбранные точки производится кнопкой «центр» Каждая точка определяет координаты X и Y центра отверстия.

Примечание: Для задания центров отверстия также могут выбираться "цилиндрические" поверхности в модели детали.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

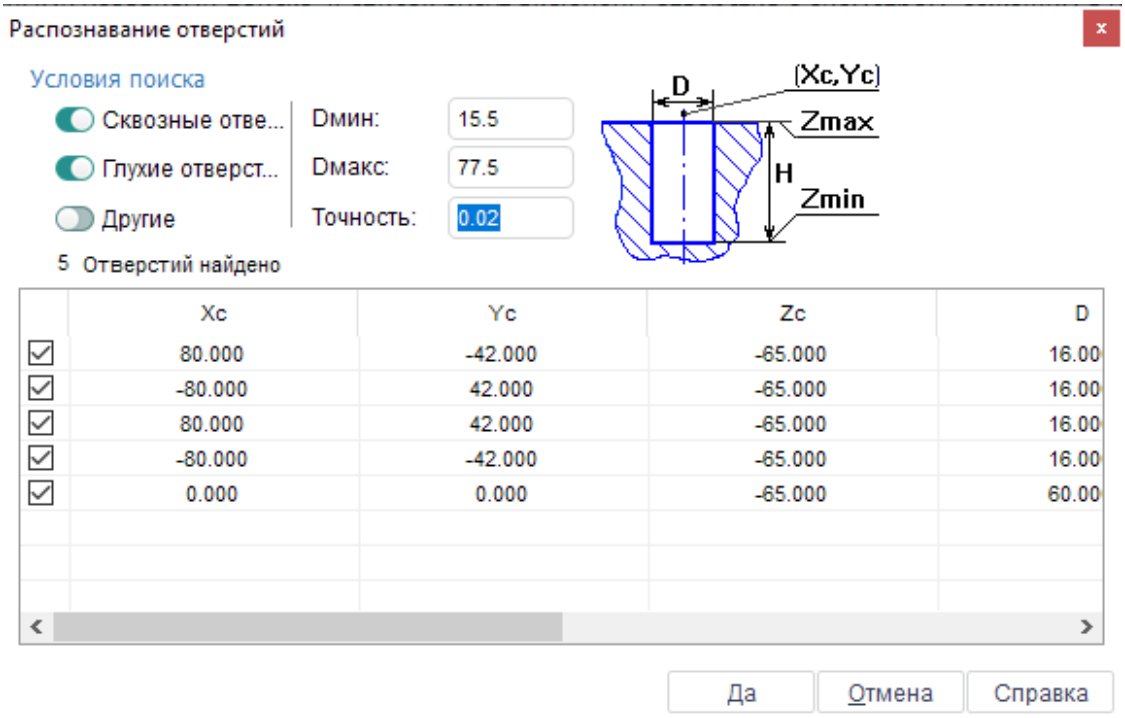
Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

Автоматическое распознавание отверстий

Поиск отверстий производится в детали(see page 730) операции. При нахождении отверстия оно автоматически добавляется в список отверстий.

Распознавание отверстий производится в соответствии с заданными условиями поиска. В список будут включены отверстия с диаметром, лежащим в указанном диапазоне. Все отверстия делятся на три типа.

- < Сквозные > – отверстия, проходящие деталь насквозь, или с дном, расположенным ниже, чем нижний уровень обработки операции.
- < Глухие > – отверстия, заканчивающиеся в теле детали между верхним и нижним уровнями операции.
- < Прочие > – отверстия, для которых однозначно могут быть определены только координаты центра, а диаметр и глубина отверстия – нет. К таким отверстиям относятся отверстия с переменным диаметром, например, с фаской.



Параметры найденных отверстий могут быть отредактированы. В процессе изменения параметров редактируемых отверстий, они отображаются в графическом окне. Сортировка отверстий в списке по одному из параметров осуществляется нажатием на заголовок соответствующего столбца.

При нажатии на кнопку < Да > все отверстия помеченные флажком будут добавлены в список отверстий. Включение (выключение) всех отверстий осуществляется нажатием на заголовок первого столбца.

Сопутствующие ссылки:

Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

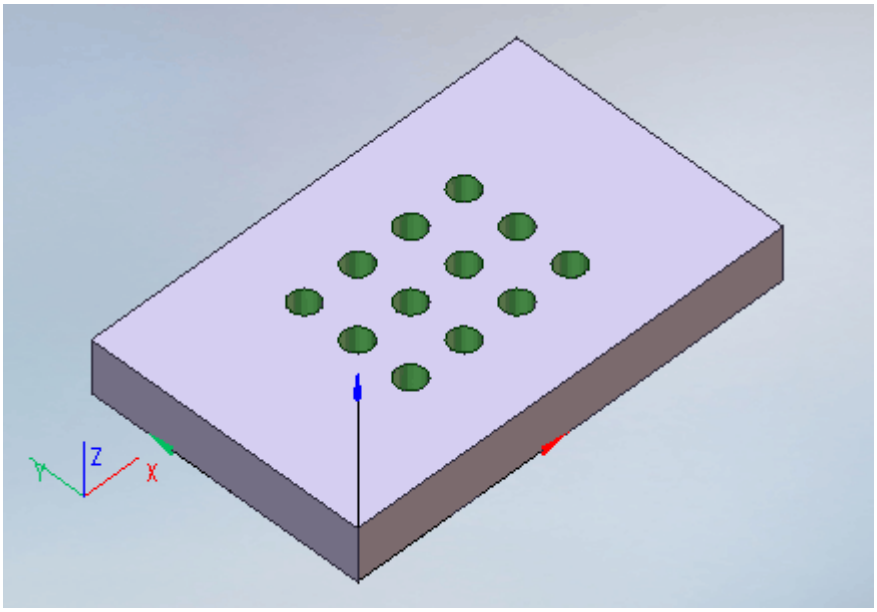
Задание шаблона отверстий

В системе присутствуют следующие виды шаблонов: <Линейный>, <Круговой>, <Угловой>, <Концентрический>, <Параллелограмм>.

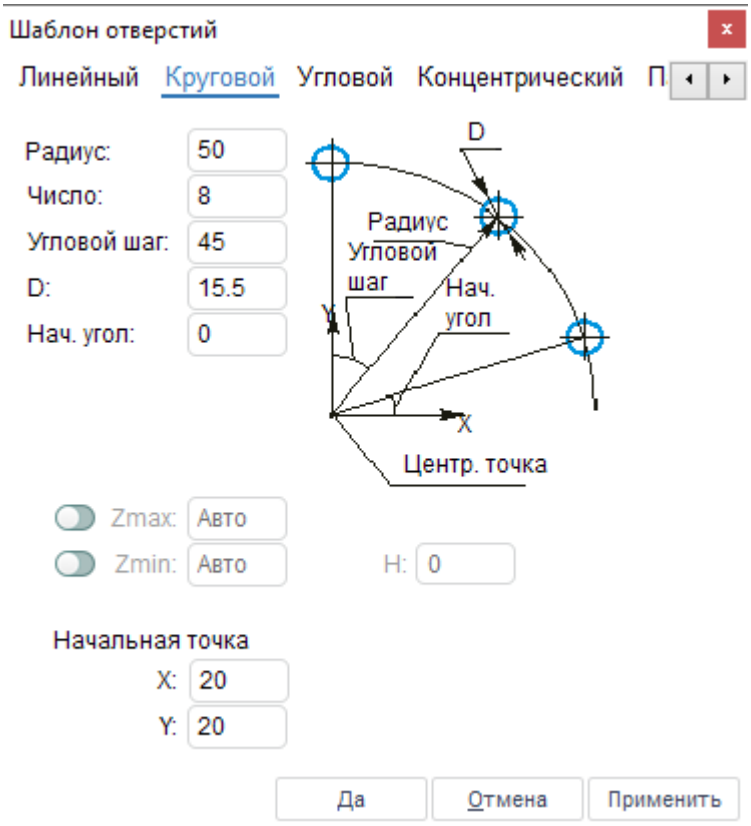
- На странице <**Линейный**> производится задание шаблона в виде прямоугольной сетки:

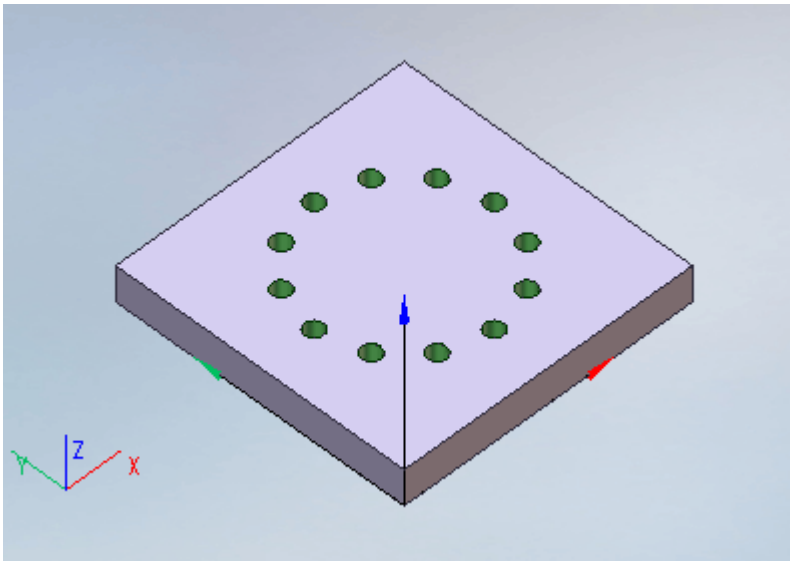
© 2025 ООО СПРУТ Технология





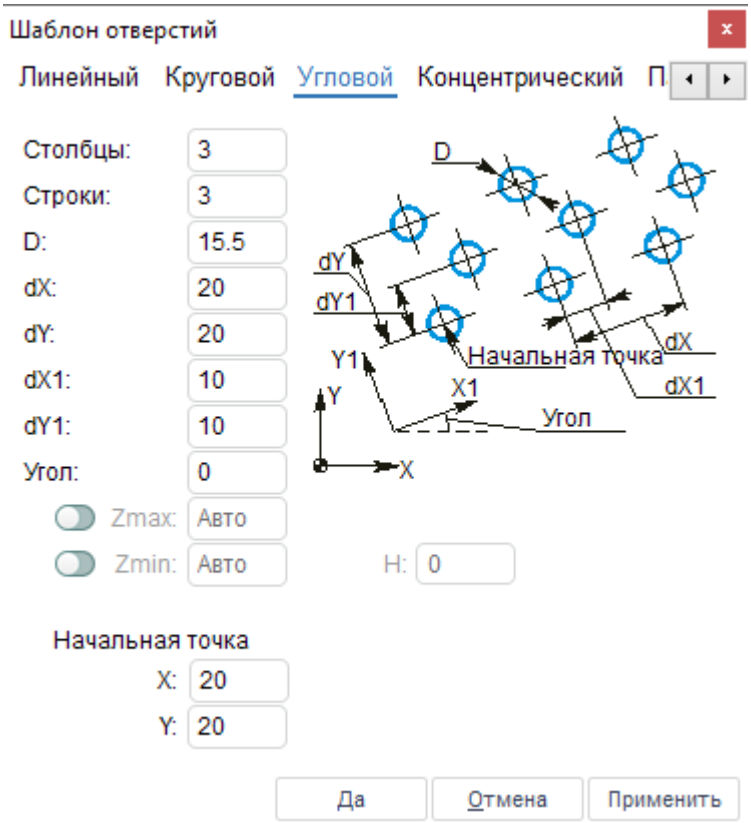
- На странице <Круговой> производится задание шаблона в виде окружности:

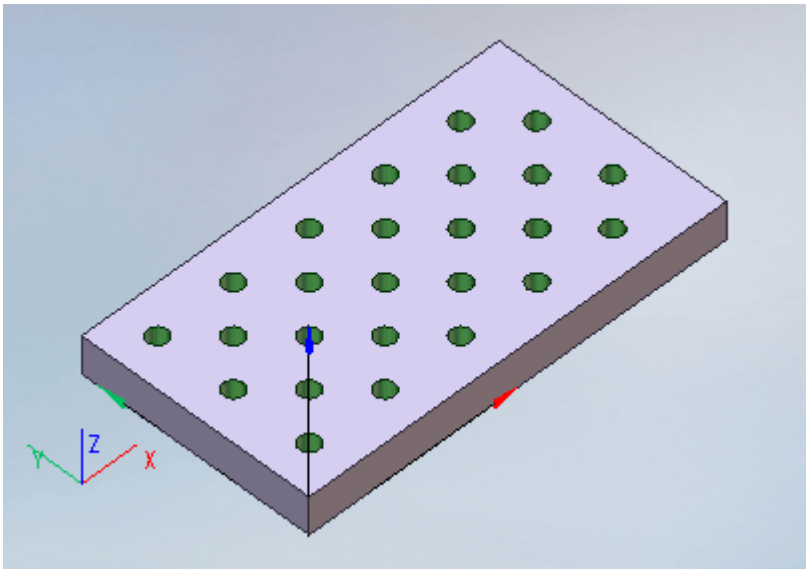




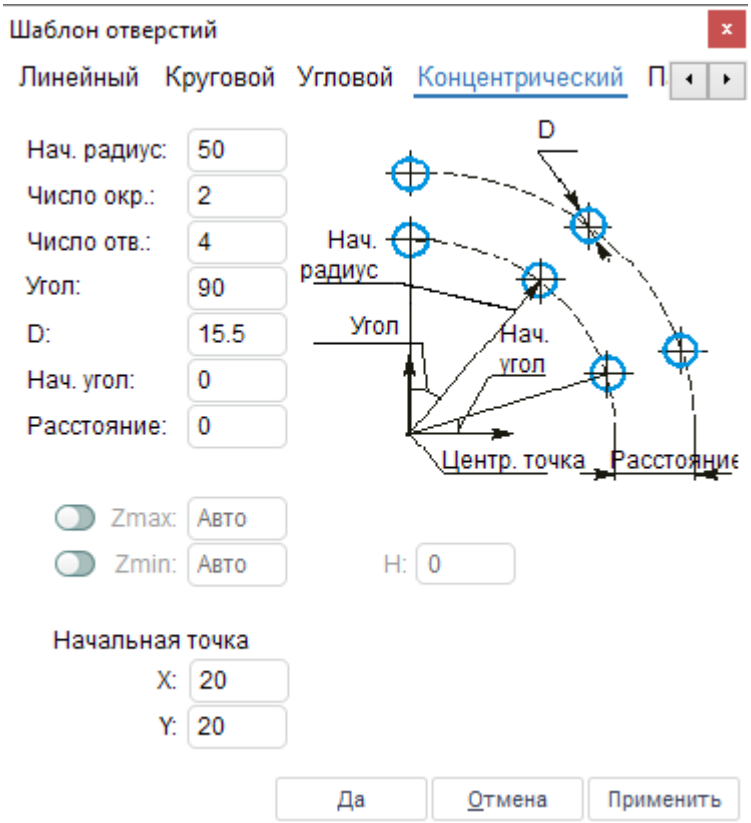
- На странице <Угловой> производится задание шаблона в виде сетки:

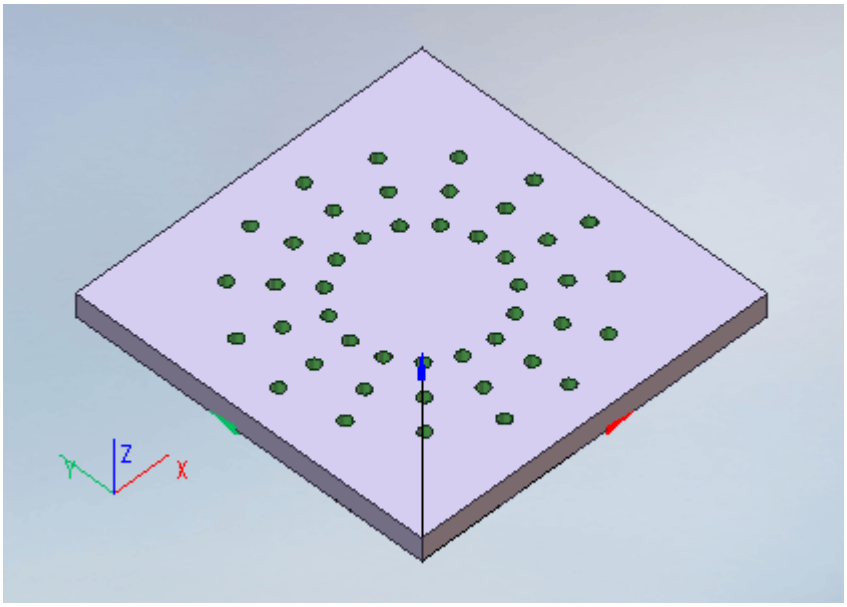
© 2025 ООО СПРУТ Технология





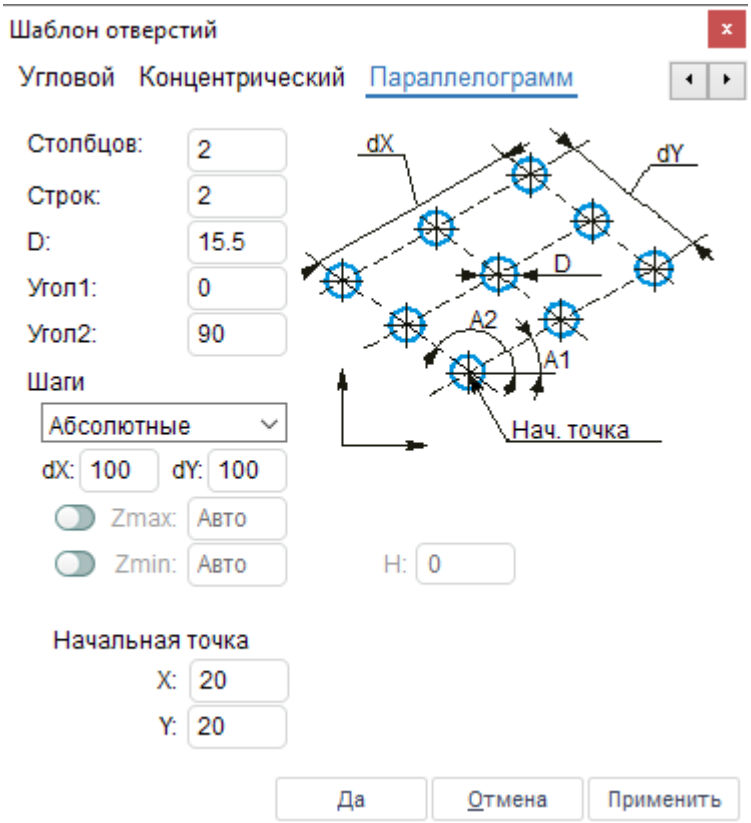
- На странице <Концентрический> производится задание шаблона в виде концентрических окружностей:

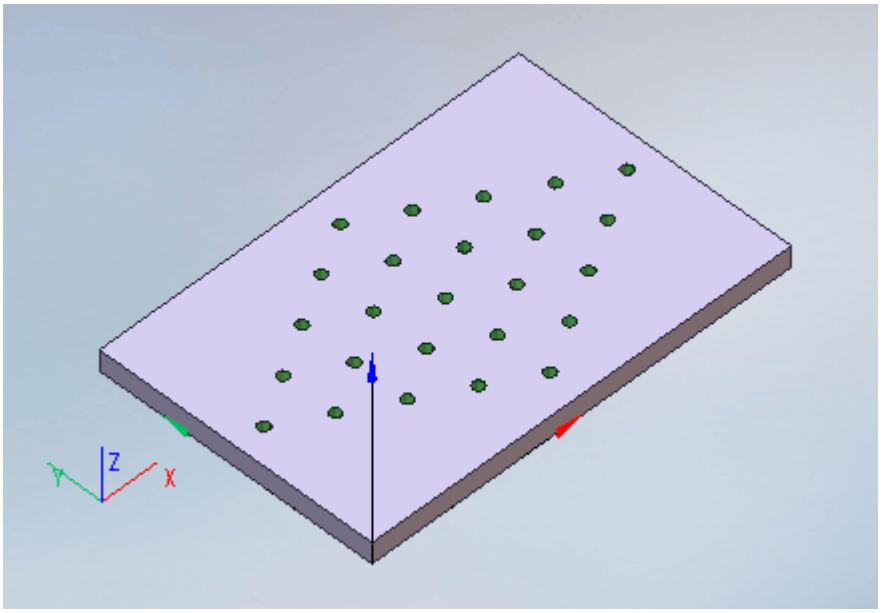




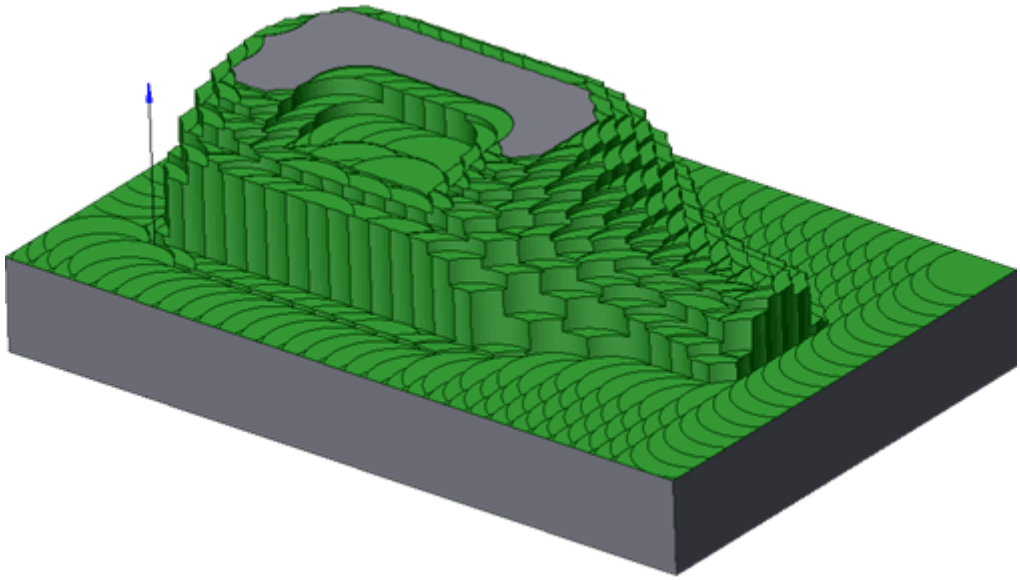
- На странице <Параллелограмм> производится задание шаблона в виде параллелограмма:

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Использование шаблонов совместно с автоматическим определением уровней отверстия позволяет реализовать схему черновой обработки осевым врезанием.



Сопутствующие ссылки:

Рабочее задание для операции обработки отверстий(see page 547)

5.10 Обработка на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах

Алгоритм подготовки управляющей программы для токарно-фрезерного обрабатывающего центра очень похож на методику программирования других типов станков, однако имеет и ряд особенностей. Об этих особенностях и пойдет речь в данной главе.

1. В первую очередь выбирается станок(see page 408), на котором будет производиться обработка. CAM система позволяет программировать несколько типов токарно-фрезерных центров(see page 1304) принципиально отличающихся по конструкции, в том числе автоматы продольного точения(see page 1442).
2. Если станок оснащен револьверной головкой, то для него формируется наладка(see page 1306).
3. После этого задается обрабатываемая деталь(see page 730), заготовка и оснастка и способ их закрепления(see page 1308). Возможно задать несколько деталей в одном проекте, подробнее смотрите в разделе Multi part projects.
4. Затем определяется точка смены инструмента(see page 594).
5. После этого можно создавать различные операции, как токарные(see page 1169), так и фрезерные(see page 789), до тех пор пока заготовка не будет полностью обработана. Для получения объективной картины в режиме моделирования, при задании режущего инструмента операции необходимо задавать державку и вылет(see page 1312).
6. Некоторые токарные станки не поддерживают стандартные циклы обработки отверстий при работе приводным инструментом. В этом случае необходимо пользоваться операцией Обработки отверстий(see page 791) с развернутым стилем вывода траектории. Эта операция может генерировать стандартные циклы в развернутом виде.
7. Если станок не оборудован осью Y, то фрезерование на торце может выполняться с применением полярной интерполяции(see page 673).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

8. Для фрезерования на боковой поверхности цилиндра радиальным инструментом можно использовать функцию цилиндрическая интерполяция(see page 671).
9. Если деталь имеет повторяющиеся элементы, то целесообразно использовать такие технологические возможности системы как: размножение вокруг оси(see page 664).
10. После расчета каждой операции, траектория проверяется на правильность в режиме моделирование.
11. Перед окончательной генерацией управляющей программы **обязательно** необходимо проверить параметры операций в сводной таблице(see page 1313).
    1. Проверьте правильность установленных номеров инструмента. Система не контролирует, если в различных операциях под одинаковыми номерами установлены различные инструменты.
    2. Обязательно проверьте настроечную точку инструмента во всех операциях. При неверной настроечной точке моделирование работает корректно, а управляющая программа генерируется с серьезным сдвигом, что может привести к поломке инструмента или даже станка.
    3. Переключитесь в режим контроля условий резания, проверьте, направление вращения шпинделя, охлаждение и правильность значений подач.
    4. После любых изменений параметров и пересчета траектории еще раз моделируйте процесс обработки и убедитесь в отсутствии восклицательных знаков.
12. Генерируйте управляющую программу(see page 419).

Сопутствующие ссылки:

Типы токарно-фрезерных станков(see page 1304)

Программирование автоматов продольного точения(see page 1442)

Наладка станка(see page 1306)

Позиционирование детали(see page 1308)

Точка смены инструмента(see page 594)

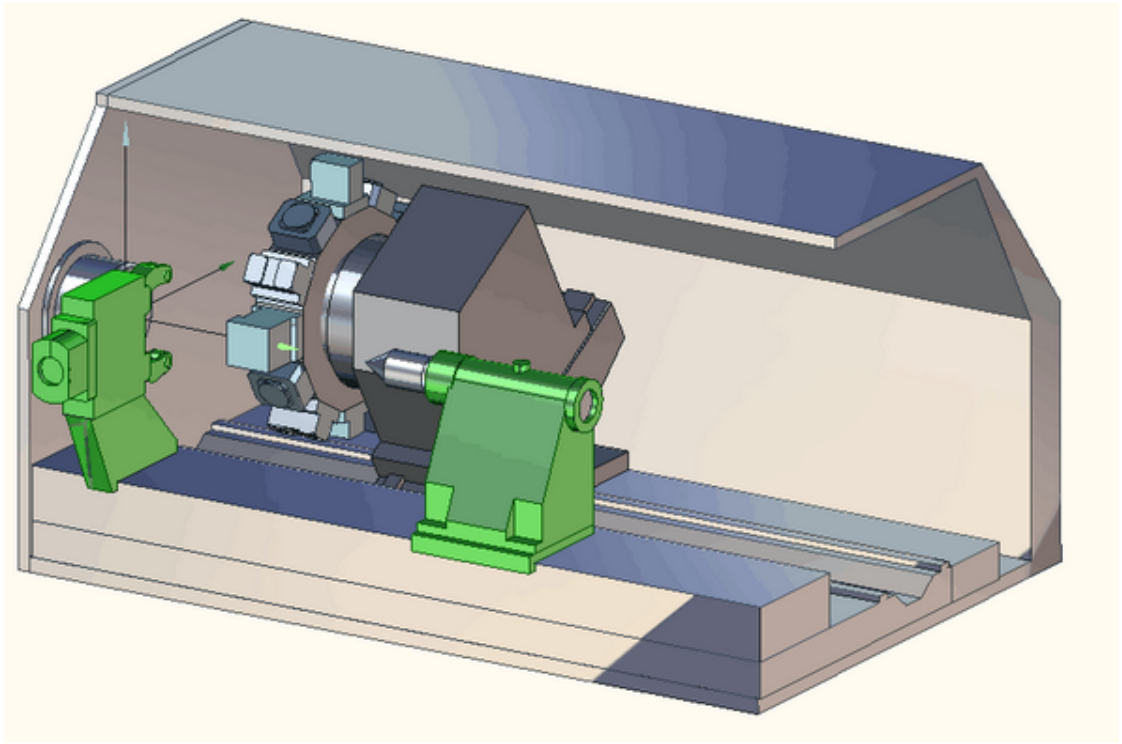
Позиционирование инструмента(see page 1312)

Обязательные проверки перед заключительной генерацией УП(see page 1313)

5.10.1 Типы токарно-фрезерных станков

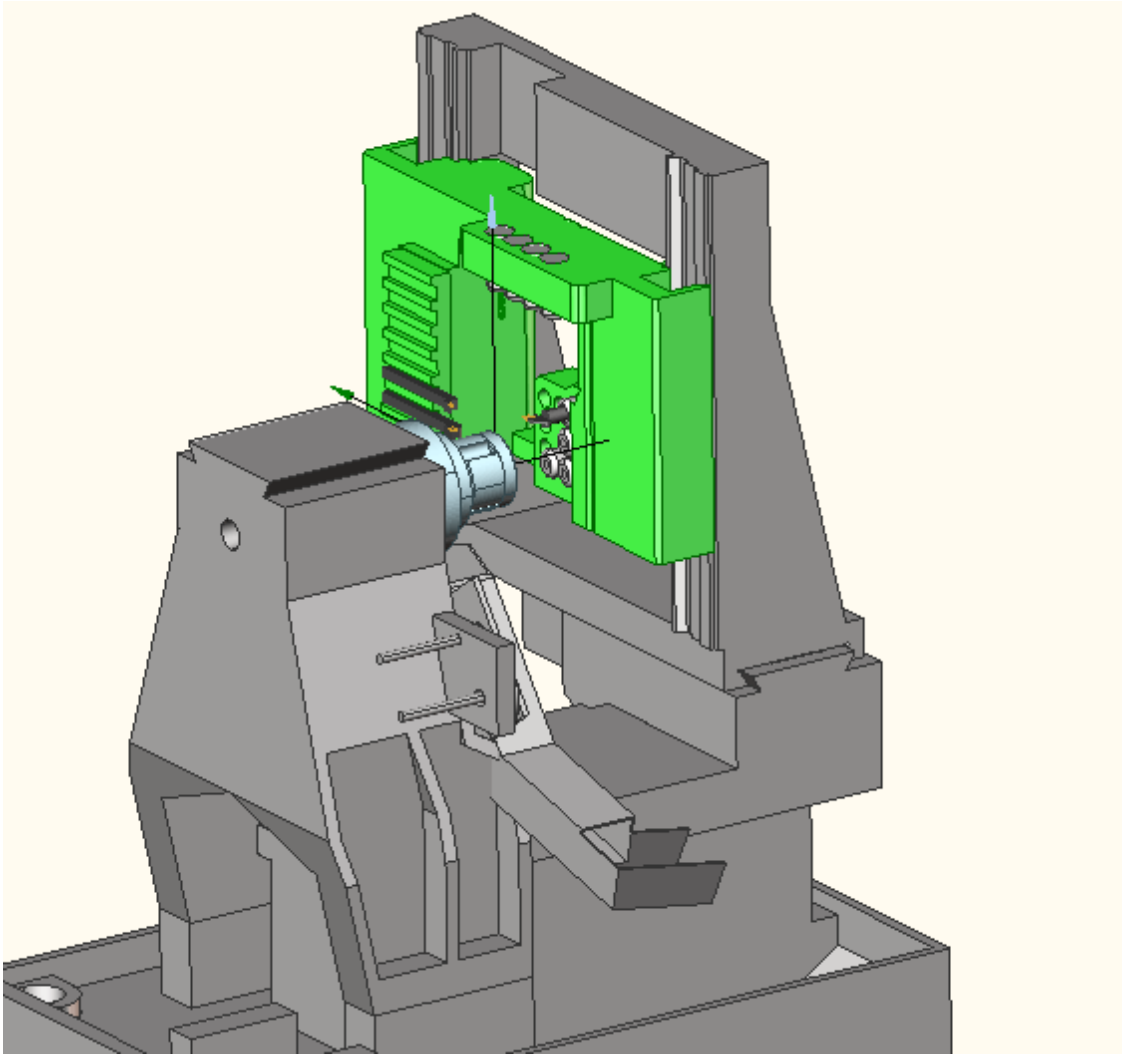
CAM система позволяет генерировать управляющие программы для токарно-револьверных обрабатывающих центров, токарных станков типа "Swiss-type" и многих других.

Кинематическая схема токарного револьверного обрабатывающего центра Mori Seiki NL 2500:



Кинематическая схема токарного станка типа "Swiss-Type" Po Ly gim mini-88Y:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Использование кинематических схем станков позволяет осуществлять визуальный контроль столкновения всех исполнительных органов, таких как задняя бабка, люнет, револьверная головка и выступающий из нее инструмент.

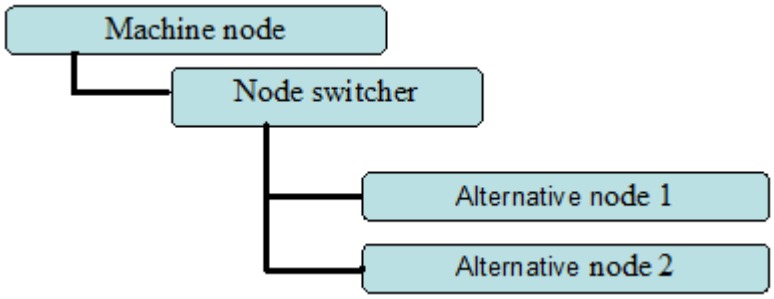
Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах(see page 1303)

5.10.2 Наладка станка

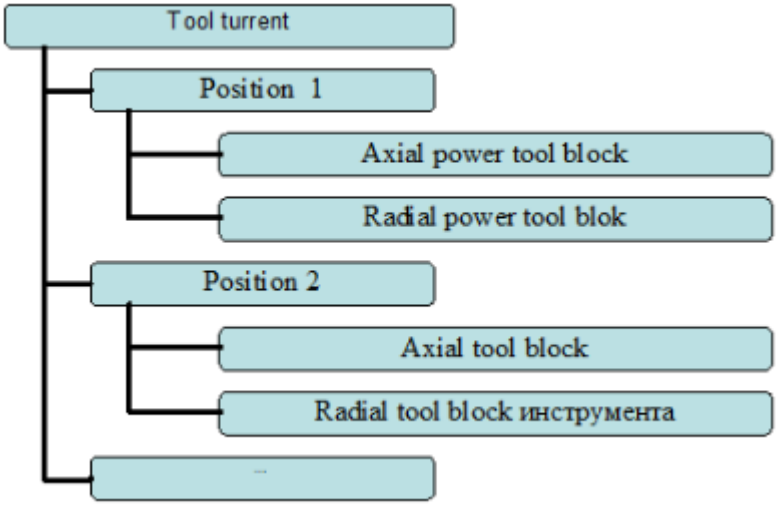
Кинематика многих станков может быть существенно изменена путем их переналадки. Для возможности быстрого и управляемого изменения станка в кинематической схеме предусмотрен специальный узел-переключатель.

Узел переключатель в описании кинематической схемы станка:



Узел-переключатель позволяет подключить к родительскому узлу станка один из нескольких альтернативных узлов. В случае, если в схеме станка прописан узел-переключатель, то он отображается в дереве в виде выпадающего списка, из которого можно выбрать один из альтернативных узлов.

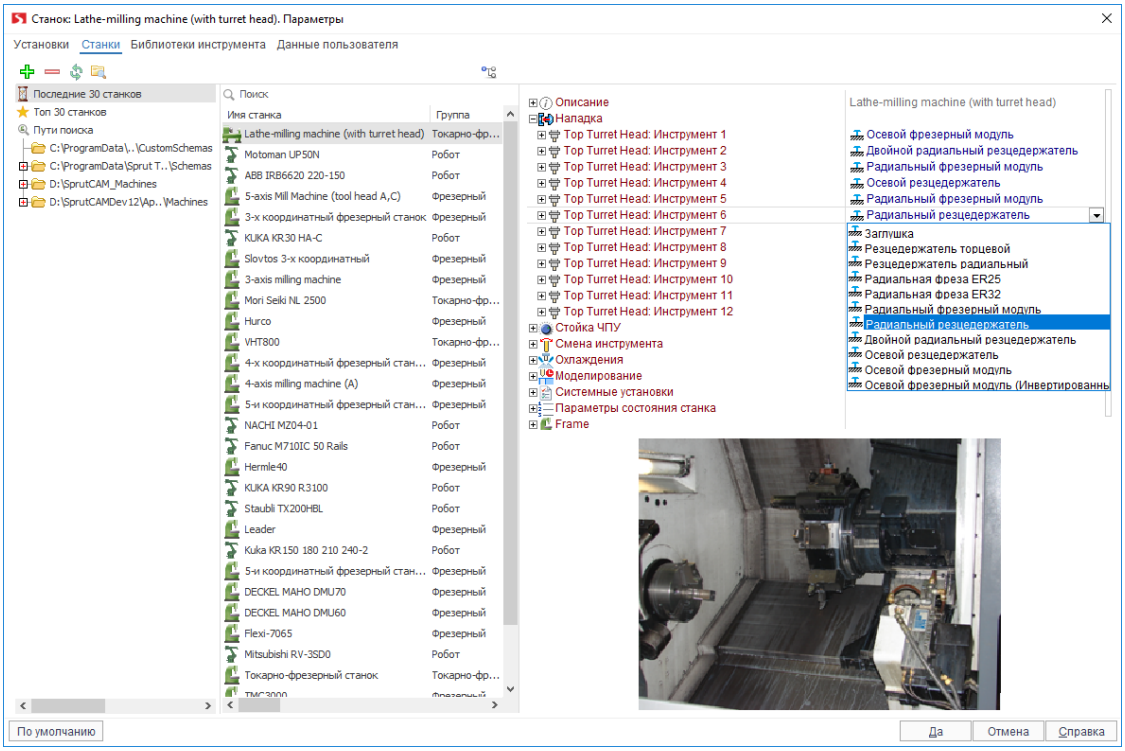
Например, на токарно-револьверном центре в позицию револьверной головки может быть закреплен один из нескольких типов блоков. Блоки позволяют устанавливать осевой или радиальный неподвижный (токарный) инструмент, а также осевой или радиальный, приводной инструмент. К тому же блоки могут быть различных типоразмеров. Возможность выбора блоков описана в схеме следующим образом:



Установка блоков осуществляется в окне выбора станка, которое отрывается по двойному нажатию на станок или кнопкой <Параметры>.

Выбор блоков устанавливаемых в каждой позиции револьверной головки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

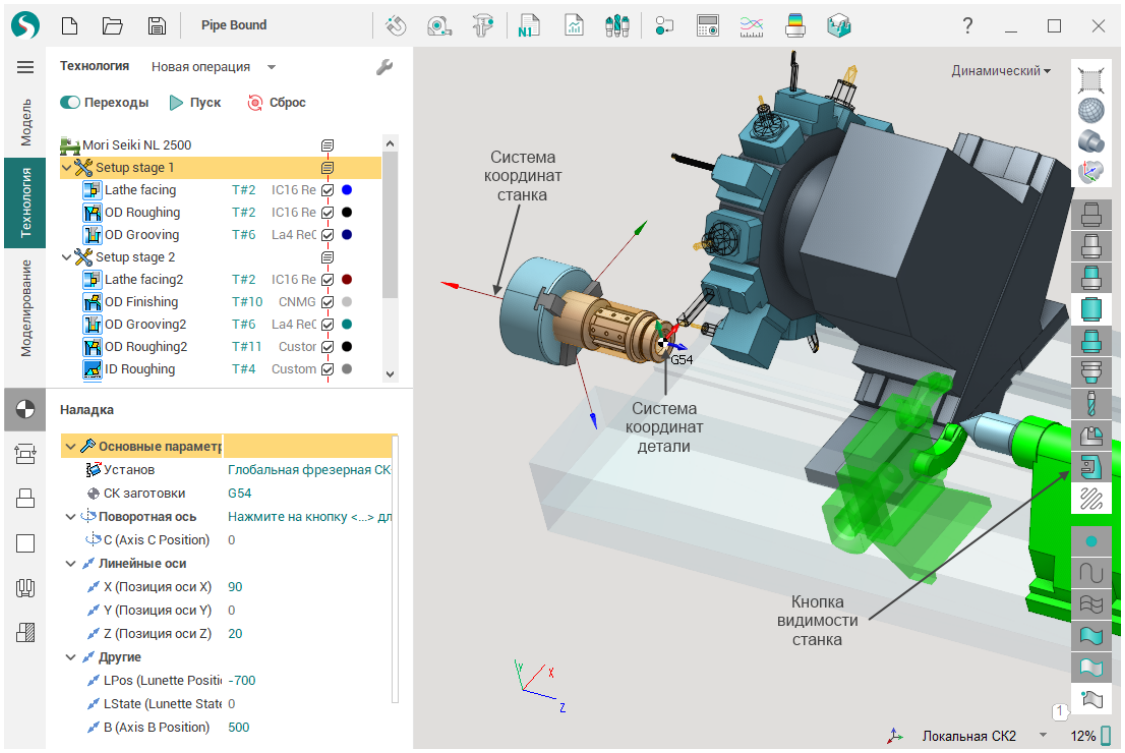
Обработка на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах(see page 1303)

5.10.3 Позиционирование детали

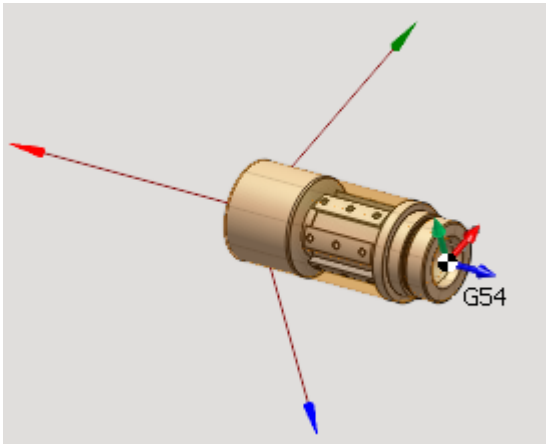
После того, как был выбран станок и установлены блоки револьверной головки необходимо определить расположение детали на станке. Как правило обработке на токарно-фрезерных станках подвергаются тела вращения. Деталь может быть импортирована из CAD системы, либо задана образующей, построенной в режиме 2D геометрии. Если деталь импортируется, то ее образующая восстанавливается на основе трехмерной модели. Данных процесс не всегда может быть выполнен корректно. При обнаружении ошибок рекомендуется импортировать образующую в виде кривой и задать деталь с ее помощью.

Необходимо четко отличать систему координат детали от системы координат станка. Система координат детали привязана к детали и, например, при повороте шпинделя, поворачивается вместе с деталью. Система координат станка отображается в левом нижнем углу экрана в том случае, если станок видимый.

При повороте шпинделя система координат детали поворачивается вместе с деталью:

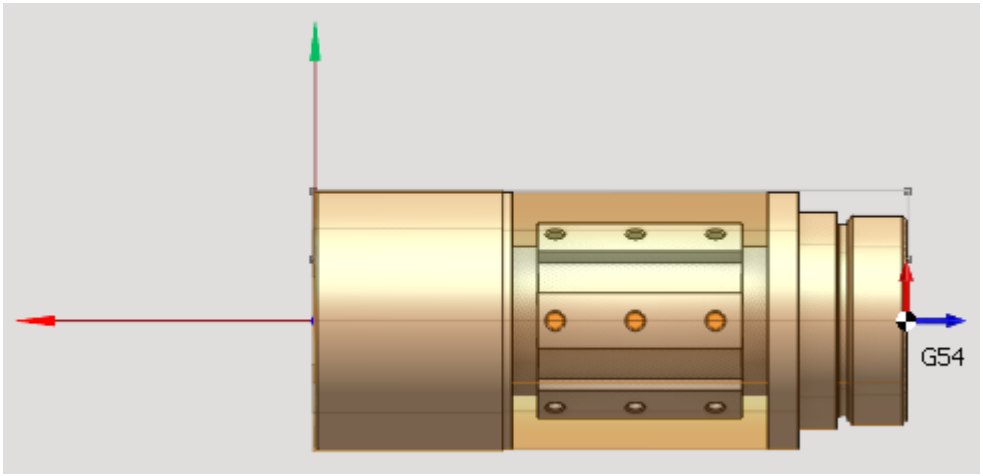


При выключенной видимости станка, вспомогательные оси показывают систему координат детали:

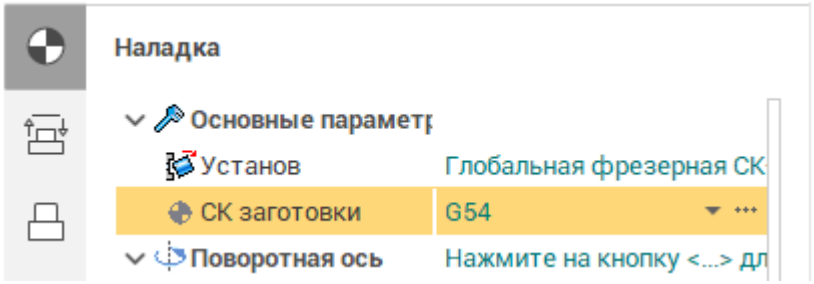


При позиционировании детали для обработки на токарном станке необходимо совместить ось детали с осью X. Это может быть сделано двумя способами: перемещением детали(see page 242) или путем создания новой локальной системы координат(see page 110).
Общепринятым является размещение начала координат на правом торце детали.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Для того чтобы созданная система координат воспринималась как установ, необходимо указать ее в параметрах станка или активной операции. После этого система совместит ноль детали и ноль станка.

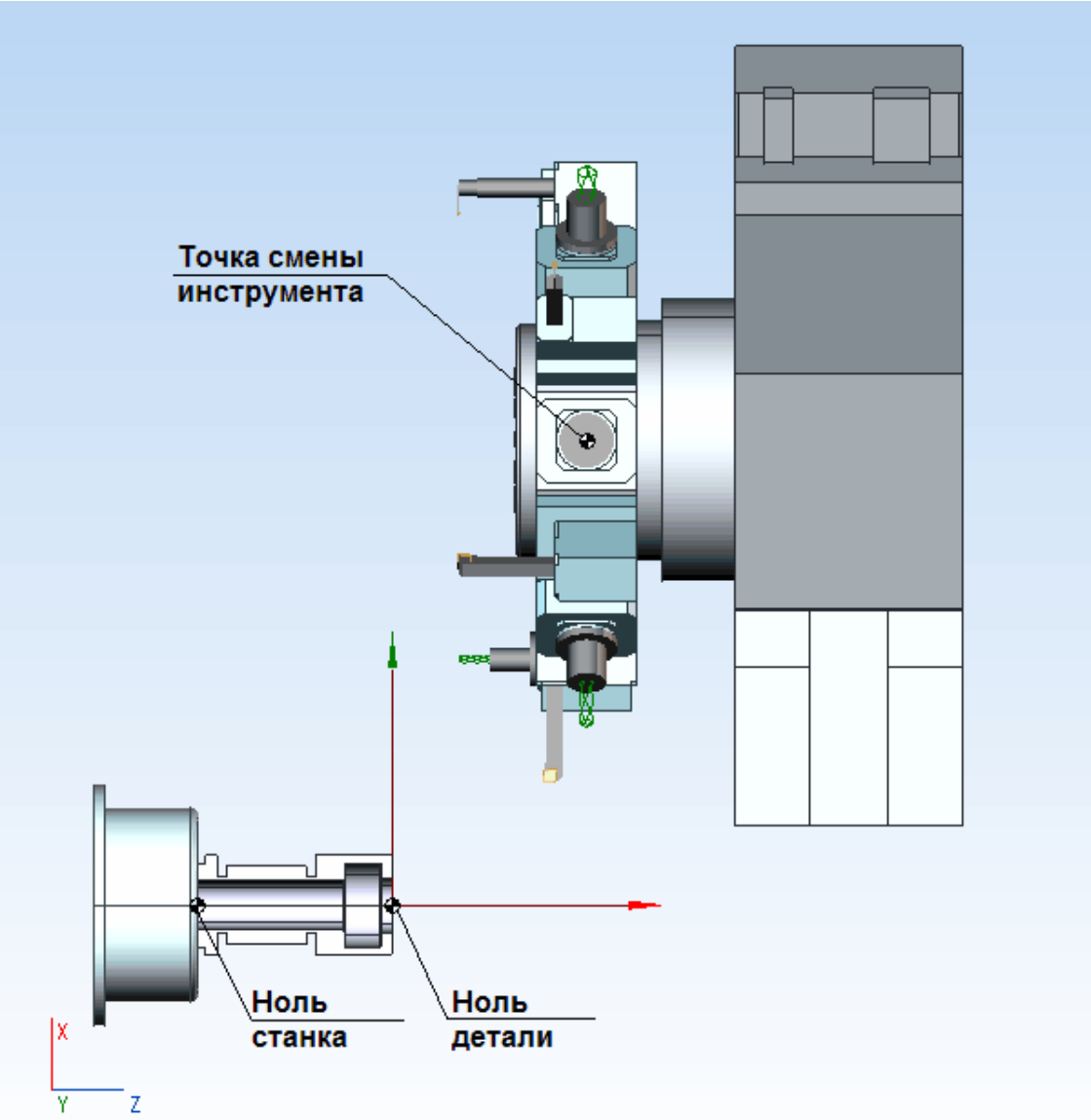


Ноль станка обычно располагается на торце патрона. В результате деталь окажется внутри станка. Для корректной визуализации необходимо определить положение нуля детали в системе координат станка.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах(see page 1303)

5.10.4 Точка смены инструмента



Координаты точки смены инструмента(see page 594) отсчитываются от нуля станка. В CAM системе как правило, ноль токарного станка по оси Z располагается на торце патрона. Таким образом, координата Z точки смены инструмента может быть вычислена по следующей формуле:

Z смены инструмента = длина (вылет) детали + вылет самого длинного осевого инструмента + безопасное расстояние

Позиция X точки смены инструмента определяет расстояние центра револьверной головки от оси шпинделя, таким образом:

X смены инструмента = радиус заготовки + вылет самого длинного радиального инструмента + радиус револьвера + безопасное расстояние.

В некоторых схемах станка точка привязки на револьверной головке может быть смещена по оси X на некоторое расстояние. В этом случае задание точки смены подбирают экспериментально.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Нужно отметить, что при формировании осевого или радиального отходов точка смены инструмента влияет на управляющую программу. Например, радиальный отход в точку смены выполняется за два движения, Первое движение переводит кончик инструмента по оси X таким образом, чтобы центр револьверной головки оказался в координате X смены инструмента. Таким образом в управляющую программу будет выведена координата:

X = X смены инструмента - вылет инструмента по оси - радиус револьверной головки

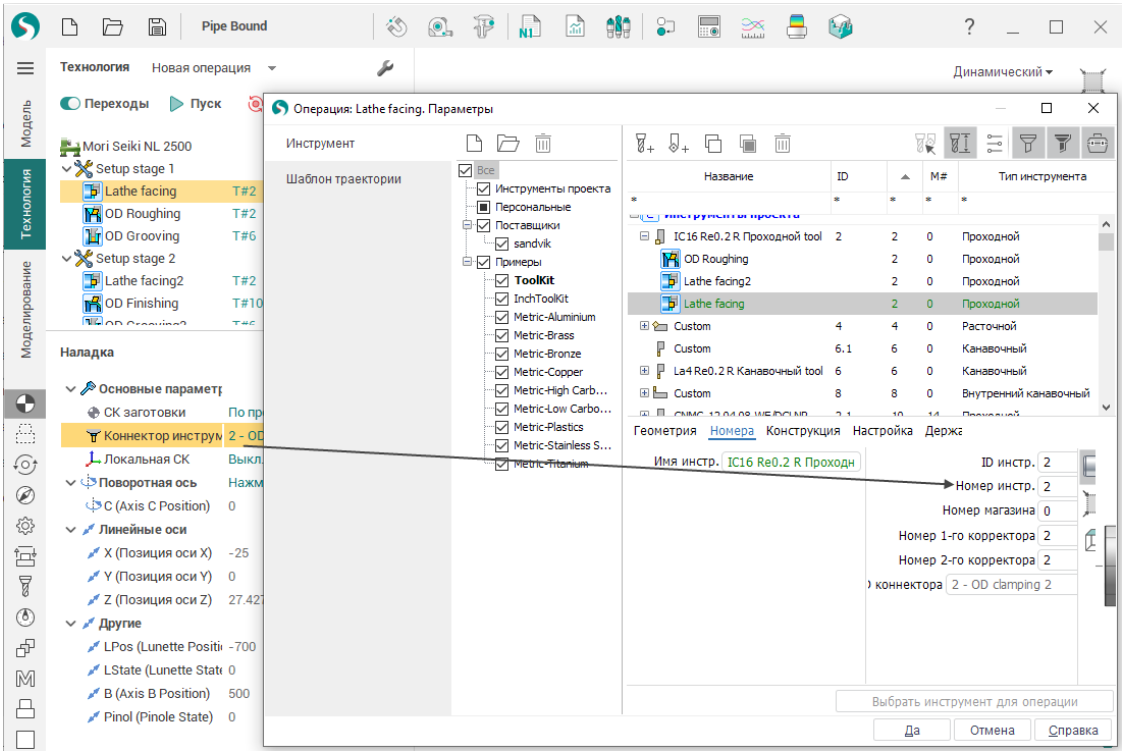
Последующее движение выполняется командой **<GOHOME>** (G28), то есть не задает координаты.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах(see page 1303)

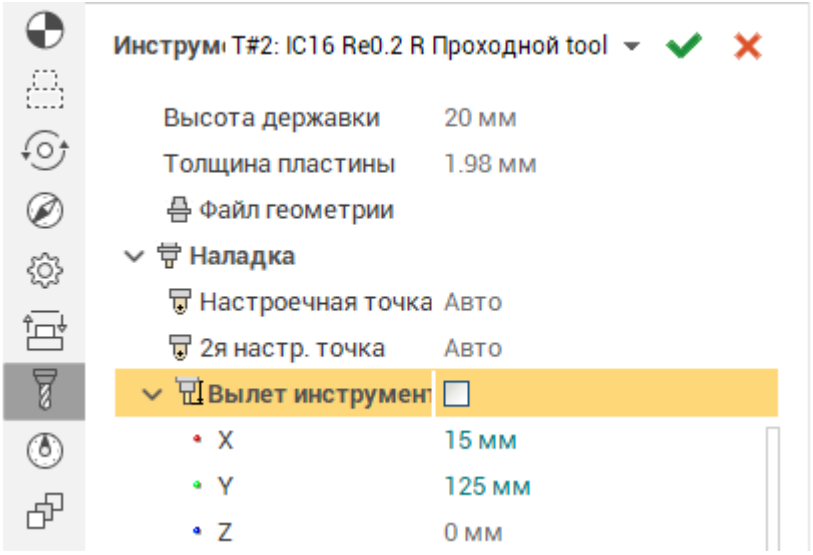
5.10.5 Позиционирование инструмента

После того, как был задан способ закрепления детали и определена точка смены инструмента, можно создавать различные операции(see page 1169). Главным параметром каждой операции является инструмент(see page 1636), которым будет производиться обработка. На токарно-револьверных обрабатывающих центрах позиция коннектора инструмента (номер позиции револьвера) однозначно определяет номер инструмента, который будет использован в управляющей программе. Таким образом, при изменении коннектора автоматически изменяется номер инструмента. Обратная взаимосвязь отсутствует, т.е. при изменении номера инструмента коннектор не меняется.



В главе посвященной точке смены инструмента(see page 1312) было сказано, что вылет инструмента влияет на часть управляющей программы, обеспечивающую перемещение в точку смены. Вылет определяет координаты настроечной точки инструмента в системе

координат блока револьверной головки. Вылет задается в окне инструмента на странице технология

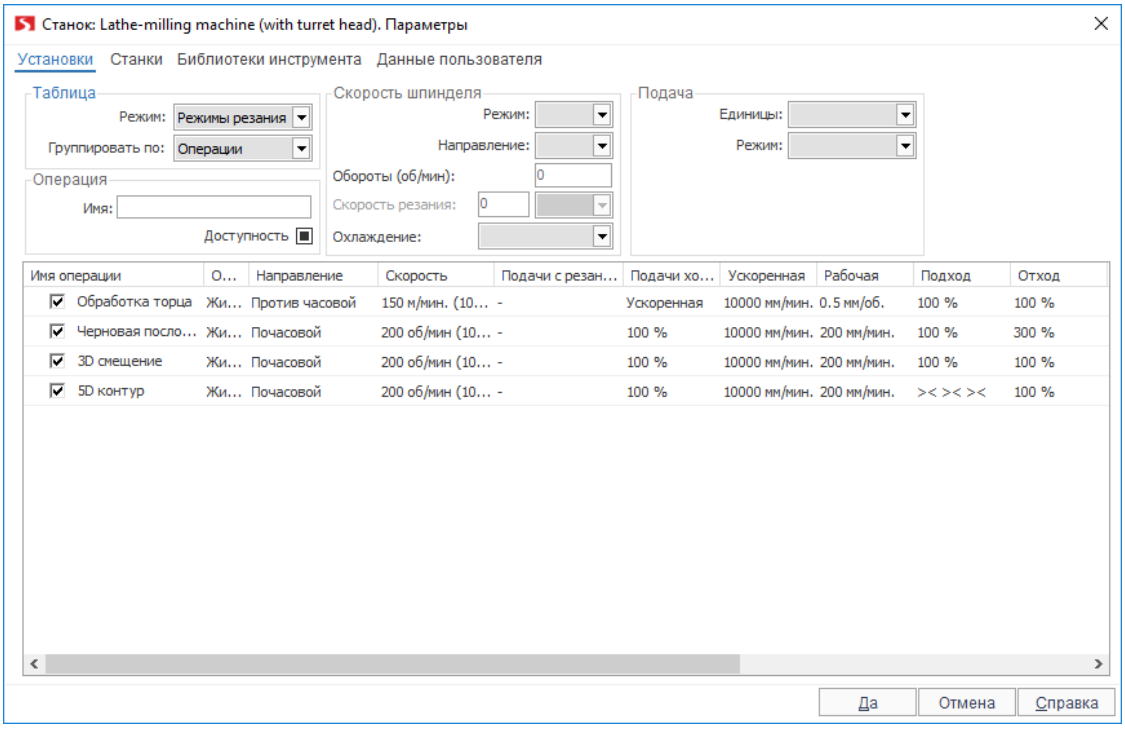


Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах(see page 1303)

5.10.6 Обязательные проверки перед заключительной генерацией УП

Заключительный контроль параметров выполняется в сводном окне операций. Для открытия окна выберите корневую операцию (станок) и нажмите кнопку <Параметры>.



Окно позволяет редактировать однотипные параметры сразу нескольких операций. Для этого нужно выделить требуемые операции удерживая кнопку [Shift] или [Ctrl], после чего ввести нужные значения в поля ввода, расположенные в верхней части окна. Окно имеет

© 2025 ООО СПРУТ Технология

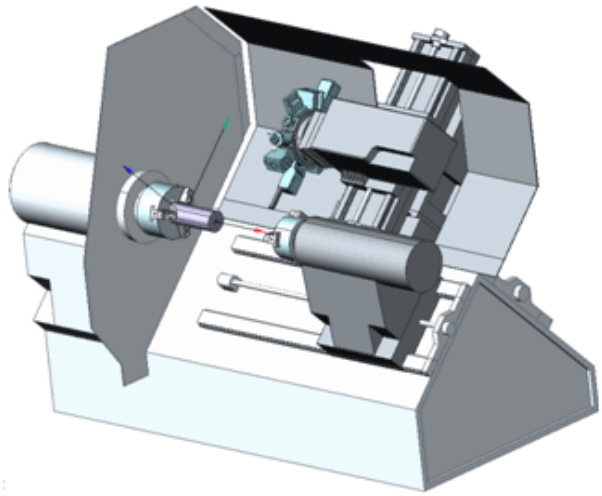
два режима: режим редактирования инструментов и режим редактирования режимов резания.

1. Проверьте правильность установленных номеров инструмента. Система не контролирует, если в различных операциях под одинаковыми номерами установлены различные инструменты.
2. Обязательно проверьте настроечную точку инструмента во всех операциях. При неверной настроечной точке моделирование работает корректно, а управляющая программа генерируется с серьезным сдвигом, что может привести к поломке инструмента или даже станка.
3. Переключитесь в режим контроля условий резания, проверьте, направление вращения шпинделя, охлаждение и правильность значений подач.
4. После любых изменений параметров и пересчета траектории еще раз моделируйте процесс обработки и убедитесь в отсутствии восклицательных знаков.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах(see page 1303)

5.10.7 Обработка с использованием противошпинделя



5.10.7.1 Область применения:

Противошпиндель позволяет обработать деталь за один установ, сократив вспомогательное время, при этом повышается точность взаимного расположения поверхностей, обработанных с разных установов. Наличие противошпинделя позволяет отказаться от ориентирующих приспособлений, например, при обработке групп фланцевых отверстий. Есть модели обрабатывающих центров, оснащенные кроме противошпинделя второй револьверной головкой. Такая компоновка позволяет сократить машинное время обработки и практически заменить одним два станка. В CAM системе обработка с использованием противошпинделя может использоваться как для токарной, так и для токарно-фрезерной обработки.

5.10.7.2 К особенностям работы на станках, оснащенных контршпинделем, относятся:

Основные настройки проекта обычно включают в себя:

Перед началом обработки необходимо задать:

1. Шпиндель, в котором начнется обработка детали;

2. Позицию, в которой будет установлена заготовка (система координат заготовки) и в свойствах СК назначаем её как Система координат станка, например G54. Систему координат заготовки рекомендуется привязать к незакрепленному торцу заготовки.

Исходное положение заготовки – шпиндель, в котором она закреплена и системы координат задаются в инспекторе, в полях **Коннектор заготовки**, **Установ** и **СК заготовки** соответственно.



После задания положения заготовки следует выполнить обработку доступных элементов детали.

Примечание: Для исключения ошибок задания активного шпинделя рекомендуется во второй и последующих операциях в поле ***Коннектор заготовки*** *задавать значение* ***По предыдущей операции****.*

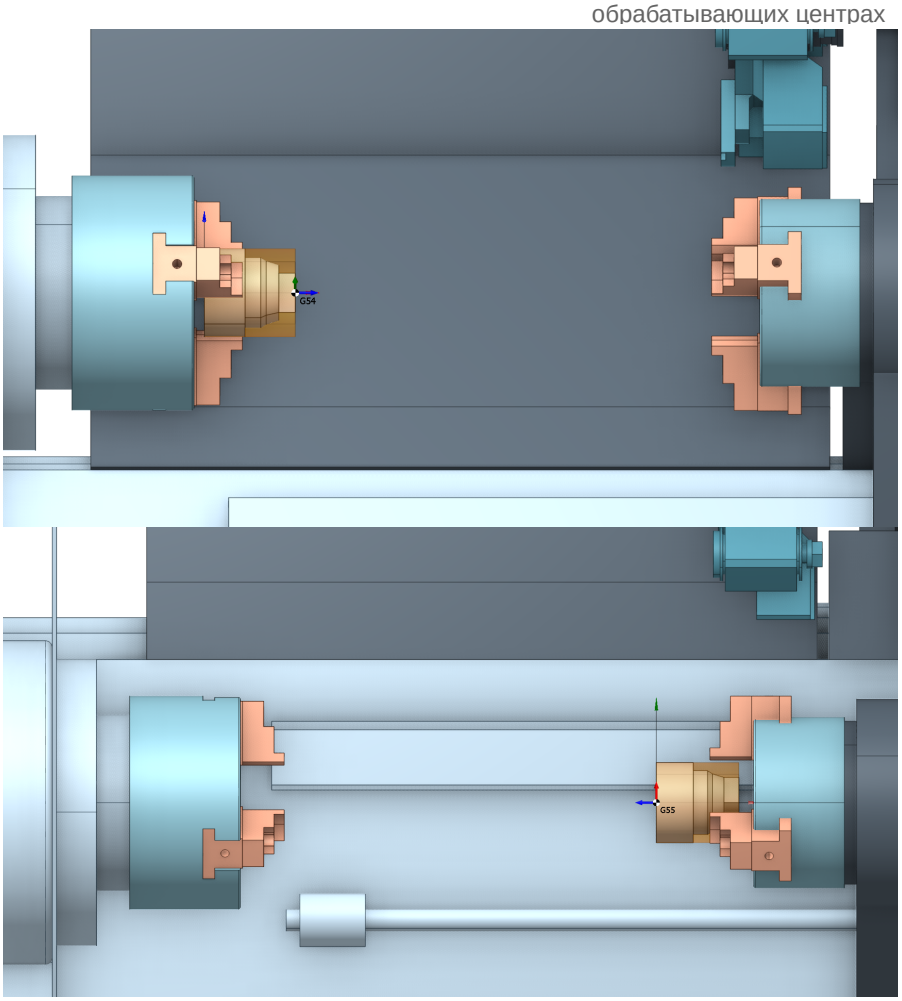
Процесс создания проекта токарно-фрезерной обработки.

Чтобы передать заготовку с одного шпинделя на другой, создайте группу **Установ** или **Деталь**. Узнать больше(see page 698)

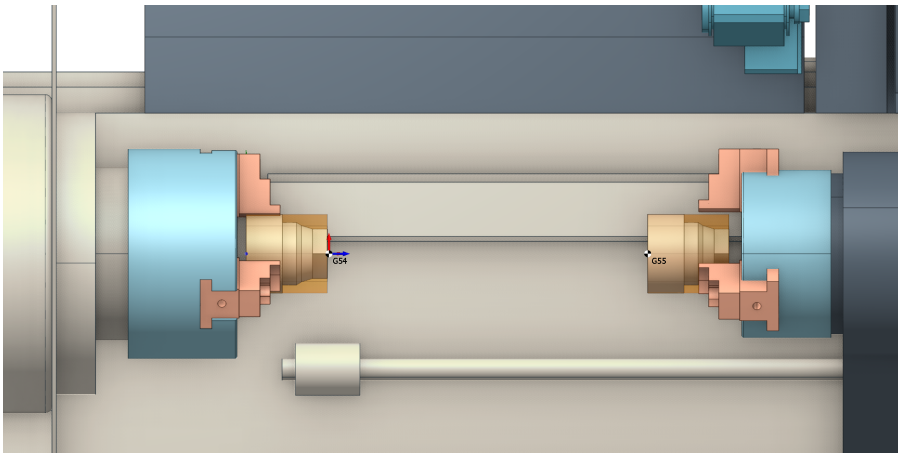
Для проекта токарно-фрезерной обработки типичны следующие сценарии:

- **Установ 1** - **Установ 2**. Передача заготовки из установа 1 в установ 2 для дополнительных операций обработки, таких как фрезерование или сверление.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



- **Деталь 1** - **Деталь 2**. Обработка двух разных деталей (Деталь 1 и Деталь 2) на одном станке, возможно, с использованием разных операций и инструментов, для создания сложных или смежных компонентов.

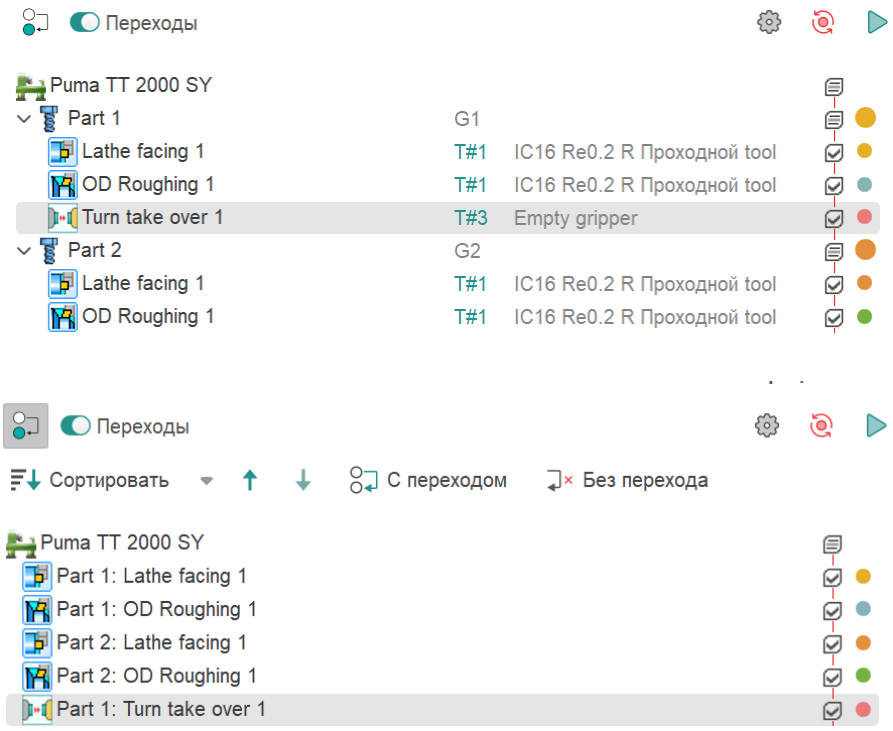


После повторной фиксации создайте операции по обработке оставшихся поверхностей. Операции могут быть как токарные, так и токарно-фрезерные. Эти сценарии отражают гибкость и многофункциональность токарно-фрезерных станков, позволяя выполнять различные операции по обработке на одном и том же оборудовании.

Перемещение детали.

Для имитации передачи детали от главного шпинделя к противошпинделю можно использовать операцию **Токарный перехват**. Узнать больше(see page 1458)

Если проект включает несколько деталей, не забудьте использовать **Сортировку (порядок обработки)**, чтобы переместить эту операцию в конец производственного процесса.

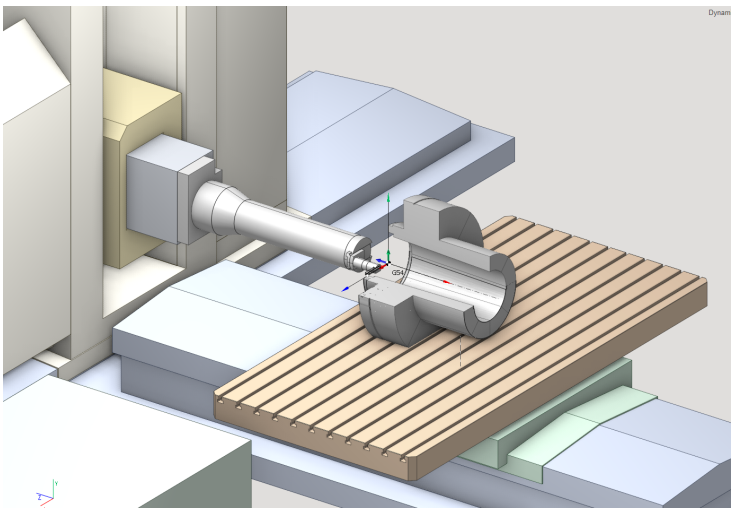


Предполагается ,что данная операция **Токарный перехват**, симулирует выброс детали (полуфабриката) из шпинделя, в котором должна быть закреплена новая заготовка. Затем идет процесс перехвата детали.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.10.8 Точение осью U

5.10.8.1 Тип станков с осью U



Функция точения осью U предназначена для обработки больших несбалансированных деталей. На подобных станках заготовка размещается СТАЦИОНАРНО, а инструмент вращается. Ось U используется для изменения радиуса обработки.

5.10.8.2 Требования к схеме станка

Пример схемы станка с осью U входит в стандартную комплектацию (станок "LR521"). В xml-файле станка есть специальная секция <**TrevisanSubMachine**> в списке субмашин. В этой секции указано имя оси U. Более подробно о субмашинах в CAM системе вы можете прочитать здесь(see page 1441).

Пример объявления TrevisanSubMachine

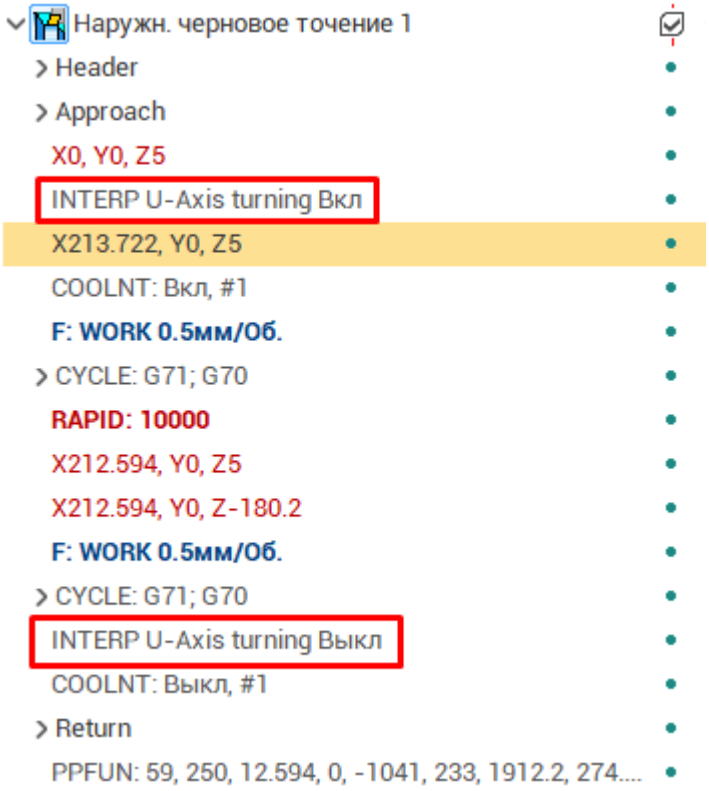
```
<TrevisanSubMachine>
   <!--turning-->
   <ToolNode>AxisU</ToolNode>
   <WrkNode>Workpiece1</WrkNode>
   <XAxisID>AxisX</XAxisID>
   <YAxisID>AxisY</YAxisID>
   <ZAxisID>AxisZ</ZAxisID>
   <ToolAxisID></ToolAxisID>
   <UAxisID>AxisU</UAxisID>
   <OriginG54BaseNode>AxisW</OriginG54BaseNode>
   <ApproachRule>G53 Z0; G53 B; LHPos;U;XY; G53 W;Z;</ApproachRule>
   <ReturnRule>Z10;XY </ReturnRule>
 </TrevisanSubMachine>
```

5.10.8.3 Пример проекта и траектории

Пример проекта с точением осью U включен в стандартный дистрибутив (название проекта "U-axis turning.stcp"). Ось вращения всегда проходит через нулевую точку заготовки (G54-

G59). Определите правильное начало координат (G54-G59) и положение оси B перед созданием операции токарного станка. CAM система вычисляет образующую, исходя из заданной оси, и рисует тело вращения.

Сгенерированная CLData будет содержать команду переключения интерполяции осей X/U. Эта команда должна быть проанализирована в постпроцессоре. Положение кончика инструмента также зависит от этого режима.



5.11 Обработка на вырезных станках

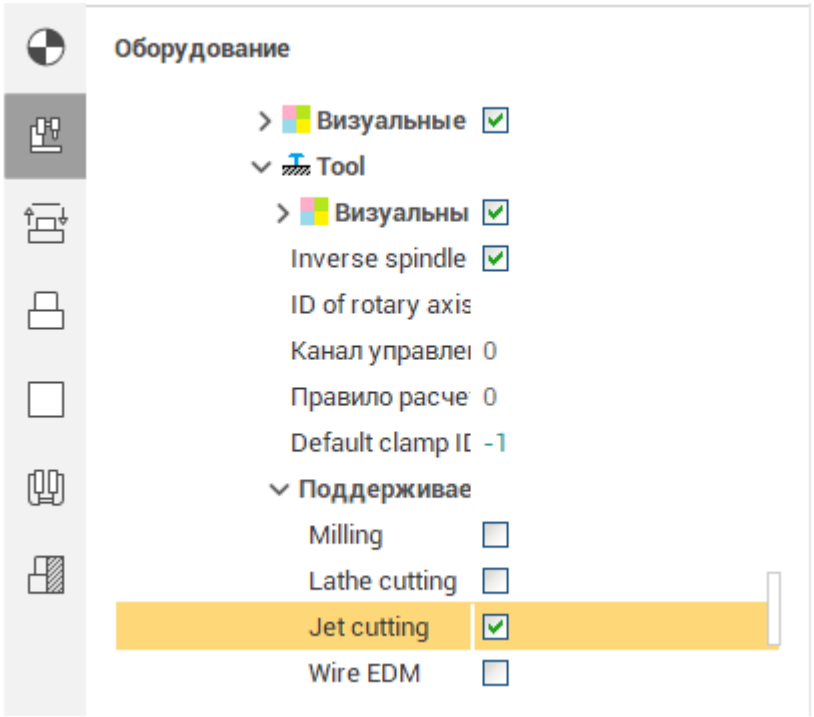
Вырезные станки это оборудование предназначенное для вырезки плоских деталей из различных видов листового материала. Оборудование делится на группы по способам резки. Наибольшее распространение получили машины основанные на следующих способах:

- <Плазменная резка> использует сжатую электрическую дугу, которую обдувает газ. Обдувая дугу, газ нагревается и распадается на положительно и отрицательно заряженные частицы (ионизируется). Заряженные частицы преобразуются в плотный поток плазмы с температурой до 15000°C.
- <Лазерная резка> является одной из самых современных технологий, которая позволяет делать выкройки любого листового материала по контуру. В основе этой технологии лежит работа сфокусированного лазерного луча. Такой инструмент отлично подходит для резки различных видов листового материала. Главными достоинствами сфокусированного лазерного луча является гладкая поверхность реза, а также высокая точность линий разреза.
- <Газовая (кислородная, автогенная) резка> – это способ резки металлических изделий, основанный на свойстве металлов, нагретых до температуры воспламенения, гореть в технически чистом кислороде. При кислородной резке на нагретый до 1200 – 1300 °C металл направляется струя кислорода, прожигающая металл и разрезающая его.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <Гидроабразивная резка> основана на применении водяной струи высокого давления (400 МПа (4000 атм.)) смешанной с гранатовым песком. Большая мощность струи обеспечивает резание, а точнее, разрушение твердой структуры, на молекулярном уровне. Этот метод позволяет качественно резать не только любые металлы и сплавы, включая труднообрабатываемые (нержавеющие и жаропрочные стали, твердые и титановые сплавы), но и гранит, керамику, стекло, в т. ч. огнеупорное и пуленепробиваемое, резину, бумагу, войлок, композитные и другие материалы.

Операции резки становятся доступными в списке операций в разделе "Чистовые" только если выбранный станок поддерживает соответствующий тип обработки (имеет в своем составе инструмент "Резак" - "JetCutter"). Чтобы сделать ее доступной в станке, в котором она по умолчанию выключена, можно найти в свойствах станка параметры инструмента и включить галочку "Поддерживаемые применения - Струйная резка" как изображено на рисунке ниже.



Сопутствующие ссылки:

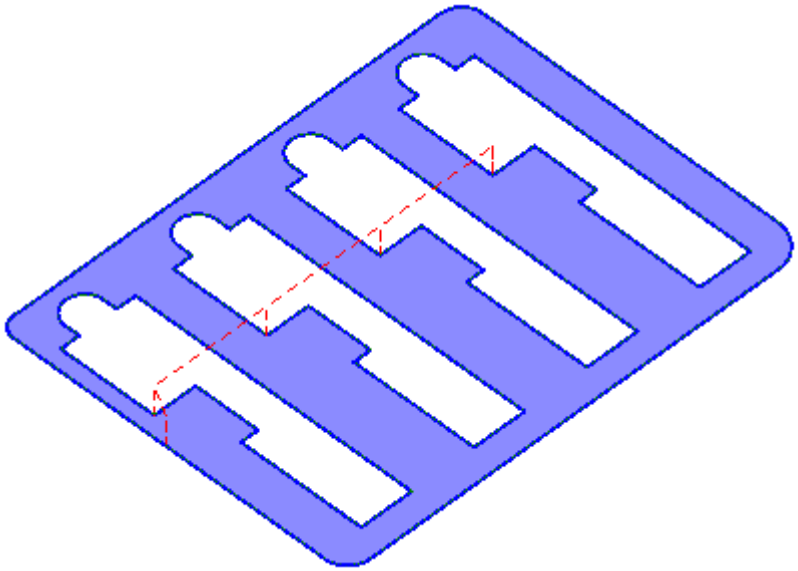
Операция Резки(see page 1321)

Рабочее задание для операции резки(see page 1329)

Операция Резка 4D(see page 1325)

Рабочее задание для резки 4D(see page 1332)

5.11.1 Операция Резка

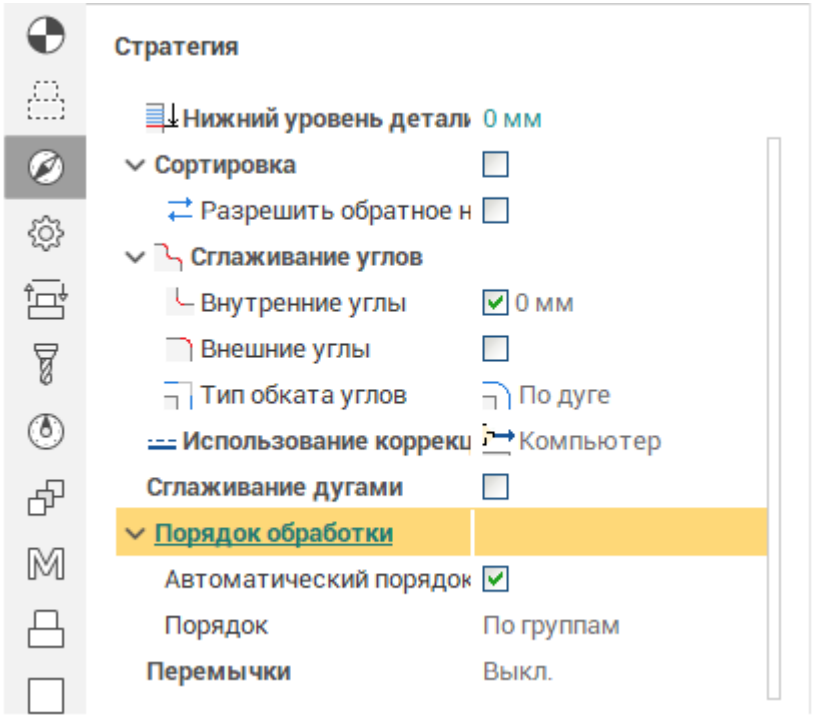


Операция позволяет производить вырезку произвольного количества деталей из заготовки листа.

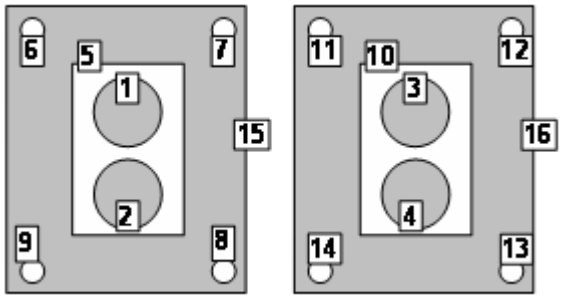
Отличия операции <Резка> от операции <Обработка 2D контура(see page 823)> заключаются в возможности регулирования порядка обработки контуров составляющих модель, возможности задания перемычек и обхода уже обработанных частей. Первыми обрабатываются внутренние контура, последними – наружные. Эти условия обусловлены технологическими особенностями этих вида обработки. Например, для предотвращения сдвига вырезаемой детали в момент завершения реза, или для предотвращения прогибания тонкой детали в результате термического воздействия резака.

Для задания последовательности обработки контуров следует воспользоваться панелью расположенной на странице <Стратегия>.

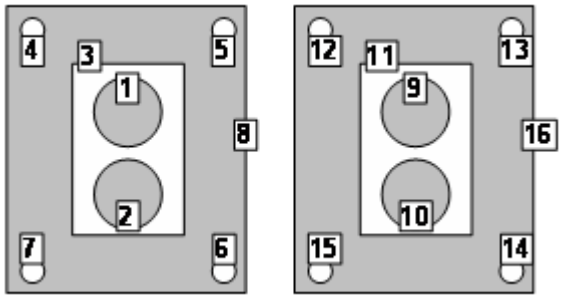
© 2025 ООО СПРУТ Технология



При включенной опции сначала будут обработаны все контура рабочего задания, имеющие наибольшую вложенность (самые внутренние контуры), затем имеющие меньшую вложенность и т.д. Последними будут обработаны все внешние контуры.



Если опция выключена, то обработка каждой группы производится в порядке от самых вложенных контуров к наружному. После этого производится переход к следующей группе. Обычно обработка с такой стратегией содержит меньше холостых перемещений.



Для каждого элемента рабочего задания устанавливается способ его обработки: прохождение осью инструмента вдоль контура или в касании исходного контура боковой поверхностью фрезы слева или справа, дополнительный припуск. Дополнительный припуск откладывается в сторону обработки.

При задании в операции заготовки(see page 732) или запрещенных зон(see page 694), обрабатываются лишь те участки заданных контуров, которые лежат внутри заготовки и вне запрещенных зон. А если ни заготовка, ни запрещенные зоны не указаны, то производится обработка всех заданных контуров без каких-либо ограничений.

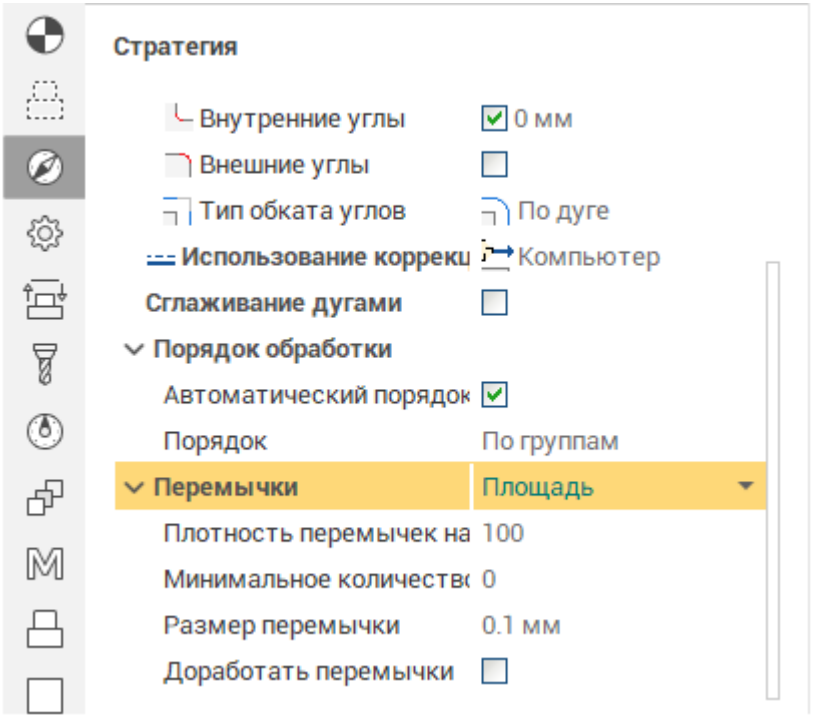
В качестве инструмента для операции может использоваться цилиндрическая фреза и резак. Для инструмента резак считается, что инструмент при движении режет материал по всей длине оси инструмента. Поэтому уровни операции (верхний, нижний(see page 1321) и безопасная плоскость(see page 1321)) не задаются.

Если операция выполняется в локальной системе координат(see page 488) или с использованием поворотных осей(see page 494), то производится обработка проекций кривых на плоскость XY локальной системы координат операции, и все рабочие ходы, соответственно, параллельны плоскости XY локальной системы координат.

Начальная точка обработки для разомкнутого контура соответствует его первой или последней точке (в зависимости от параметров <Стороны обработки> и флага <Инверсии>, а также разрешения <Смены направления обработки>). Для замкнутых кривых, если не задана начальная точка в окне <Рабочее задание(see page 511)>, подход к первой точке обработки осуществляется к внешнему углу или самому длинному отрезку автоматически, исходя из соображений минимизации переходов.

При объединении рабочих ходов в результирующую траекторию к началу рабочего хода(see page 744) обязательно добавляется подход(see page 744) указанного типа, а в конце – отход(see page 745). Порядок объединения зависит от сочетания установленных флагов: минимизация холостых ходов(see page 1321), разрешить обратное направление(see page 766) .

Если разрешено <Обратное направление> обработки контуров, то направление будет выбрано исходя из оптимальности объединения, при этом сторона обработки контура не изменяется. Иначе оно будет соответствовать направлению, заданному в окне Модель.



Имеются следующие режимы определения количества перемычек:

- <Нет> – режим обработки без перемычек.

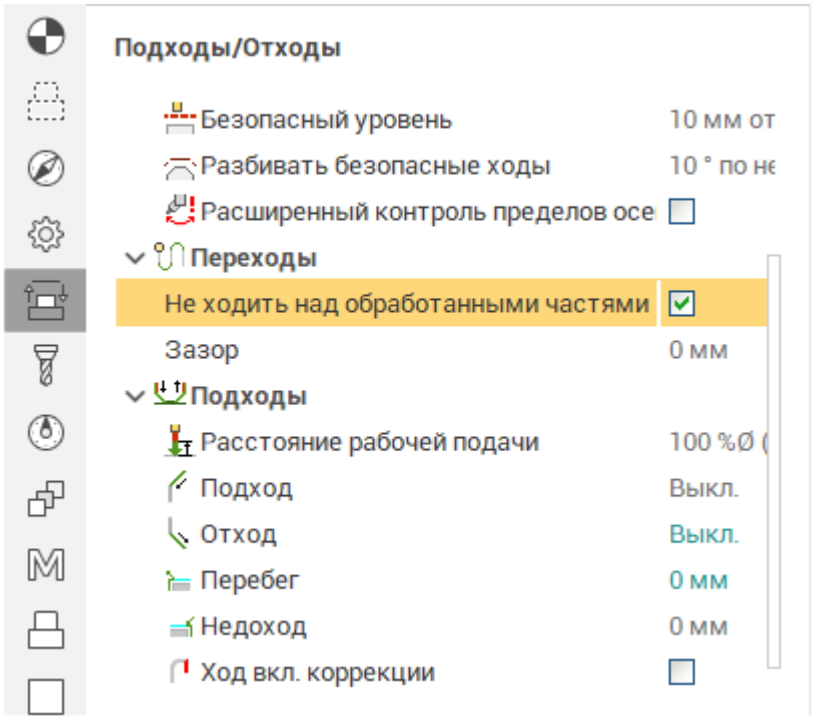
© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <Число> – указывается конкретное число перемычек. Получится одинаковое количество перемычек для всех кривых (для незамкнутых кривых количество перемычек на 1 меньше).
- <Длина> – количество перемычек определяется как длина кривой поделенная на величину, указанную параметром <C> (для незамкнутых кривых количество перемычек на 1 меньше). Количество перемычек для каждой кривой переменно и пропорционально ее длине.
- <Область> – количество перемычек определяется как площадь кривой поделенная на величину, указанную параметром <C> (разомкнутые кривые обрабатываются без перемычек). Количество перемычек для каждой кривой переменно и пропорционально ее площади.

Параметр <Мин. кол-во> определяет минимально возможное количество перемычек для отдельной кривой. Если по расчетным формулам количество перемычек получается меньшим, то количество перемычек принимается равным параметру <Мин. кол-во>.

Параметр <Перемычка> определяет длину перемычки (отсчитывается вдоль кривой).

Флаг <Доработать перемычки> позволяет доработать перемычки. При установленном флаге после обработки всех кривых выводится команда дополнительного останова (<OPSTOP>), затем производится доработка перемычек.



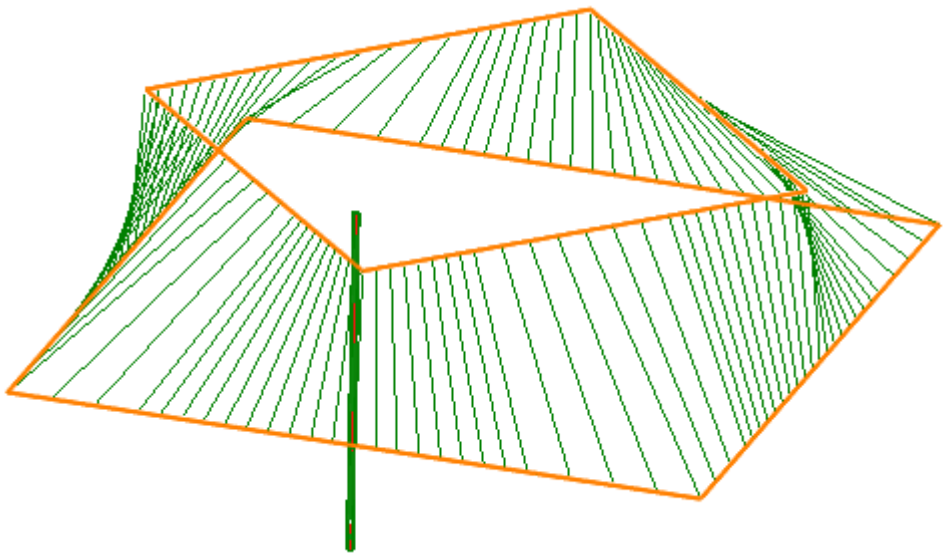
Стратегия <Не ходить над обработанными частями>. Часто, в результате термического воздействия вырезанная деталь прогибается и при перемещении головки резака над деталью она может быть повреждена. Для предотвращения таких ситуаций переходы между точками врезаний можно осуществлять над необработанными зонами листа. При выключенной стратегии переходы будут совершаться по кратчайшему расстоянию между точками. При включенной переходы совершаются таким образом, чтобы головка не проходила над уже вырезанными контурами.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на резательных станках(see page 1319)

5.11.2 Операция Резка 4D

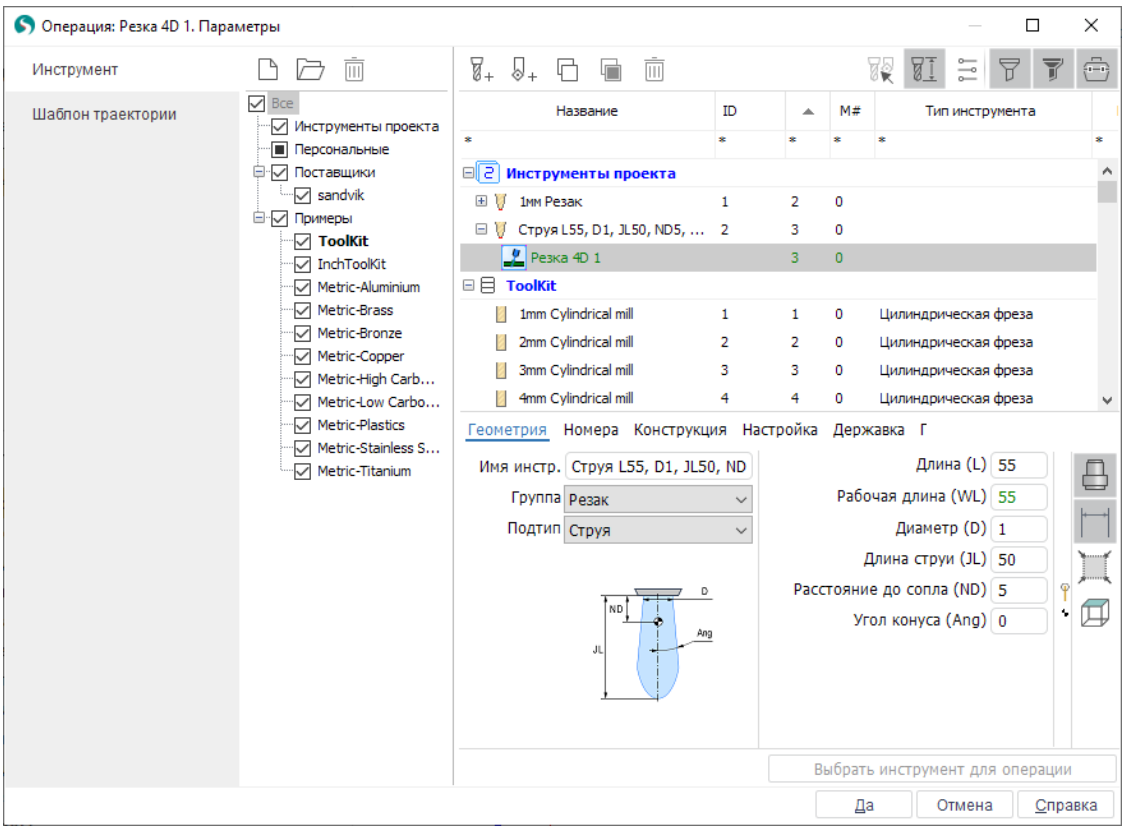
Операция <Резка 4D> позволяет формировать как чисто 2D траекторию, когда ось инструмента ориентирована строго вертикально, так и более сложную 4D траекторию, когда ось инструмента отклоняется в соответствии с углом наклона геометрии стенки обрабатываемой детали. При этом точка настройки инструмента всегда располагается в одной плоскости, т.е. координата Z остается постоянной в пределах одного контура. Соответственно и обрабатываемая геометрия задается либо в виде плоской кривой (2D случай), либо задаются две кривые (верхняя и нижняя, 4D случай), а также линии синхронизации, связывающие эти контура и определяющие угол наклона инструмента, как показано на рисунке ниже. Обрабатываемая геометрия указывается в окне рабочего задания(see page 1332).



Инструментом данной операции является Резак типа Струя, который имеет следующие параметры.

- Длина струи - учитываемая в моделировании длина струи.
- Диаметр - диаметр струи в месте выхода из сопла.
- Угол конуса, если струя имеет конусность.
- Расстояние до сопла - расстояние от нижней кромки сопла до точки контакта, т.е. той точки, которая будет перемещаться по верхнему уровню элемента рабочего задания. По умолчанию эта точка совпадает с настроечной точкой, выводимой в управляющую программу.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Окно задания режимов резания(see page 1352), позволяет указать индивидуальные параметры для каждого эквидистантного уровня (если обработка производится за несколько проходов).

- Подача
- Код условий обработки
- Боковое смещение для данного уровня
- Код смещения или номер корректора.

На закладке Стратегия окна параметров операции(see page 1356) можно задать параметры оптимизации обхода контуров, включить обработку за несколько проходов, указать стратегию обработки перемычек и др.

See also:

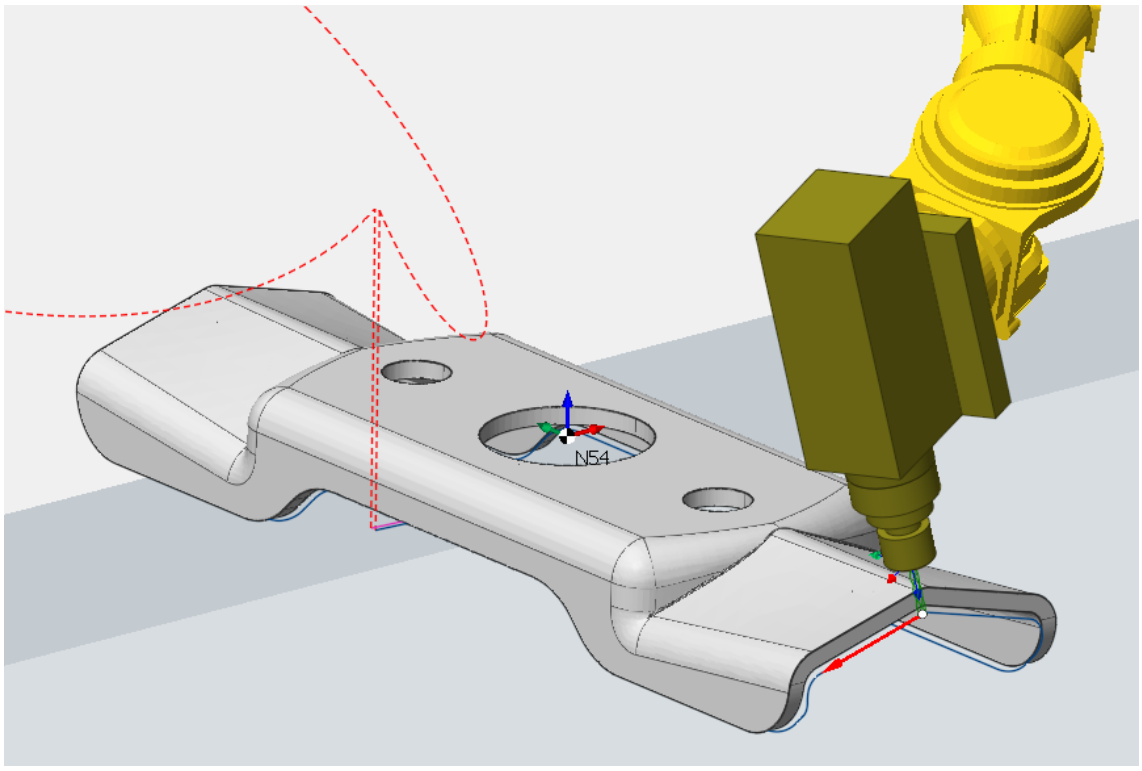
Обработка на вырезных станках(see page 1319)

Рабочее задание для резки 4D(see page 1332)

Режимы обработки для резки 4D(see page 1352)

Стратегия операции Резка 4D(see page 1356)

5.11.3 Резка 5D



Операция "Резка 5D" предназначена для резания на пространственных поверхностях сложной формы. Она основана на операции "5D контур(see page 1009)", поэтому все их параметры эквивалентны за исключением функций многопроходной обработки, ненужных в данном контексте использования.

Операция требует от оборудования наличия как минимум 5-ти степеней свободы. Таким образом, станок должен иметь как минимум 3 линейные и 2-3 поворотные оси. Очень часто для резки используют промышленных роботов. Если схема станка не содержит достаточное количество степеней свободы, то сгенерированная траектория может быть некорректной.

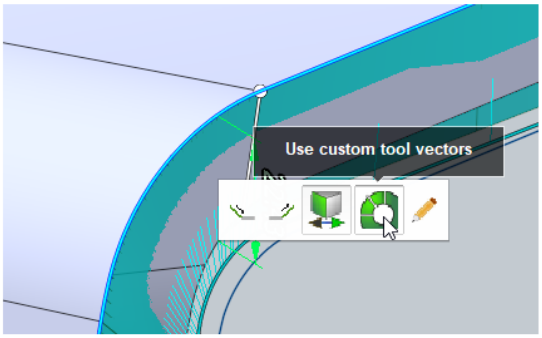
В рабочем задании операции необходимо указывать контуры, вдоль которых будет осуществляться резка:

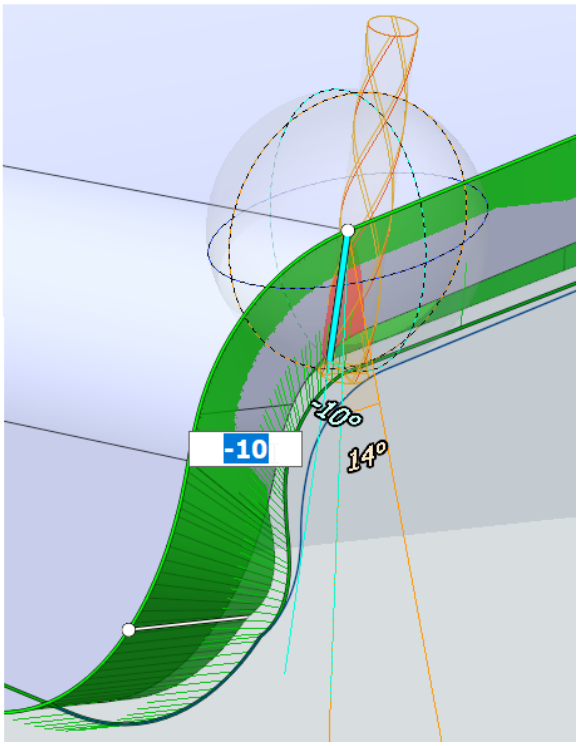
- ребра модели, тогда вектора ориентации инструмента могут быть рассчитаны по смежным поверхностям ребер,
- обычные кривые, нарисованные в CAD-системе,
- пространственные сплайны(see page 1124) нарисованные непосредственно в CAM-системе.

В последних двух случаях вектора ориентации инструмента будут рассчитываться с ближайших поверхностей детали.

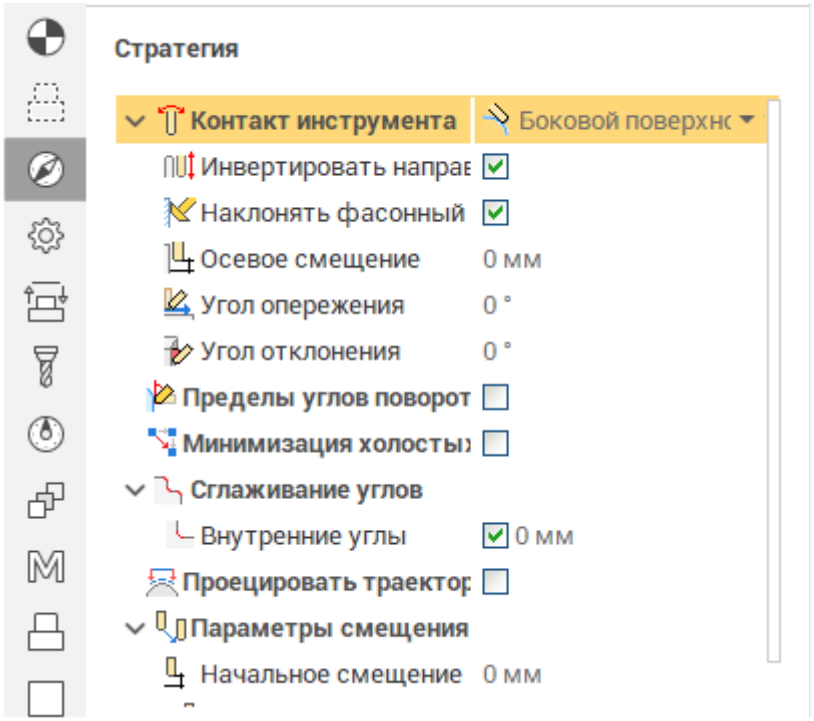
После того как контуры заданы, можно перейти в режим редактирования векторов(see page 1030), и настроить точные углы наклона инструмента в каждой из точек кривых напрямую в графическом окне.

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Также в параметрах необходимо указать корректный закон ориентации инструмента. Операция содержит богатый набор стратегий. Для получения дополнительной информации по каждому параметру можно щелкнуть по кнопке умных всплывающих подсказок ? рядом с ним.

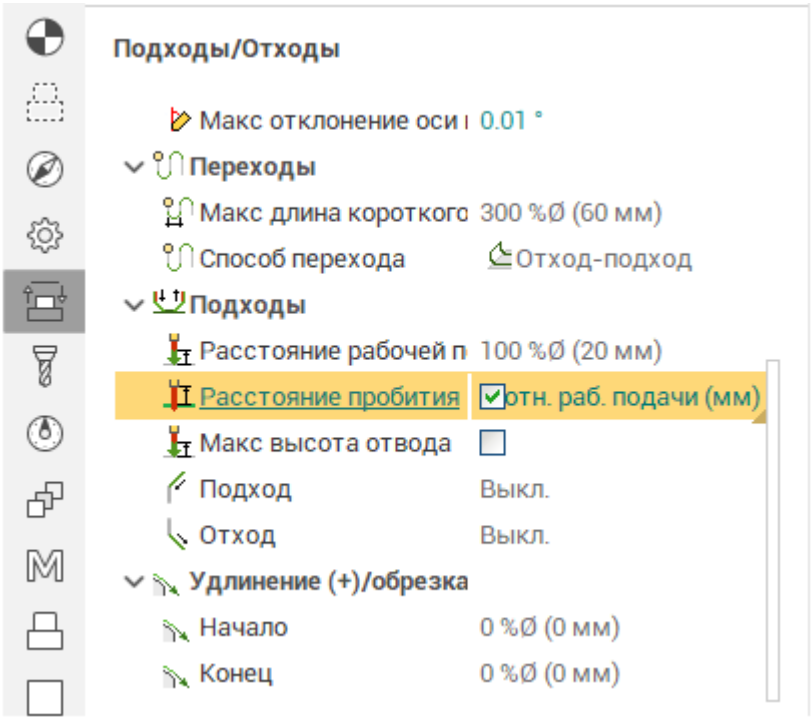


Также во вкладке "Подходы/Отходы" можно использовать расстояние пробития. Данное расстояние позволяет указать дистанцию для отвода инструмента для пробития.

Имеется два значения:

1. мм

2. отн. раб. подачи (значение рассчитывается относительно расстояния рабочей подачи)



Данный параметр также доступен в операциях плазменная резка.

5.11.4 Настройка технологических операций

5.11.4.1 Рабочее задание для операции резки

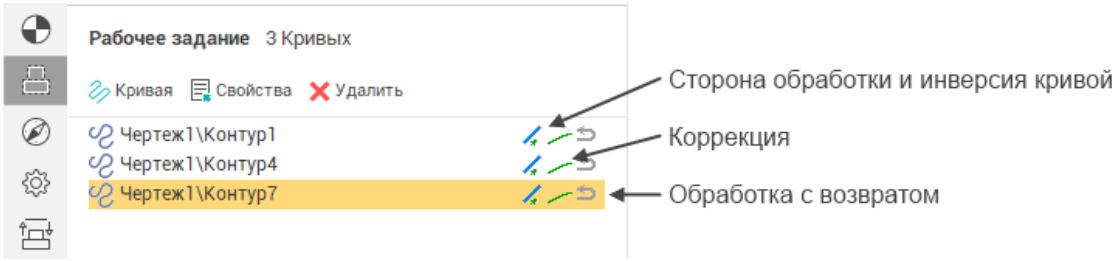
Операция резки(see page 1321) позволяет сформировать траекторию перемещения инструмента вдоль заданной кривой. В простейшем случае с помощью этих операций существующая кривая может быть преобразована в управляющую программу. Кривые, вдоль которых необходимо сформировать траекторию, должны быть указаны на странице <Рабочее задание(see page 499)> окна задания геометрических параметров. Для обработки окружности элемент модели может быть задан точкой с припуском. Для задания элемента модели точкой необходимо добавить точку в окно <**Рабочее задание**> и назначить ей дополнительный припуск на размер радиуса окружности.

В том случае, если задано несколько кривых и в окне стратегии выключен режим минимизация холостых ходов(see page 1329) , то порядок их обработки будет соответствовать порядку в списке. Смена последовательности геометрических объектов в списке производится перетаскиванием объектов мышью.

Для изменения направления движения вдоль выбранной кривой необходимо щелкнуть мышью в поле <**Инверсия кривой**>.

В операции резки под режущим инструментом понимается струя плазмы, струя газа, или лазерный луч. Траектория режущего инструмента (ось струи) может проходить вдоль кривой слева, справа или по кривой.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

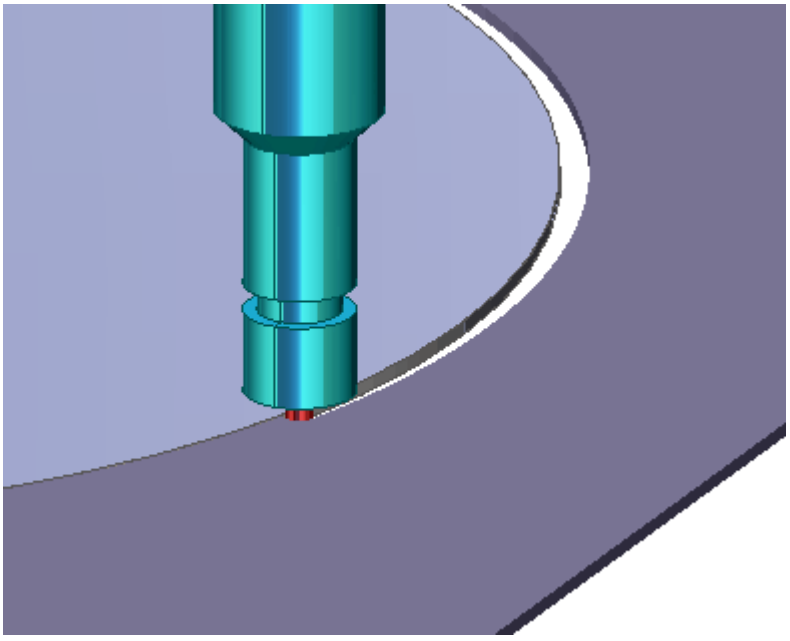


При движении инструмента по кривой в управляющую программу (УП) передаются координаты этой кривой, команда коррекции инструмента по радиусу выводится в УП в зависимости от режима коррекции, установленного поле коррекция. Это наиболее простой способ преобразования построенной в CAD системе кривой в управляющую программу.

При движении инструмента слева или справа от кривой в управляющую программу (УП) выводятся координаты эквидистантной кривой. Величина эквидистанты определяется максимальным диаметром режущего инструмента и припуском, задаваемыми в окне <**Рабочее задание**>. При выключенной коррекции на радиус эта величина равна сумме радиуса инструмента, дополнительного припуска для данной кривой и величины припуска операции. Если значение припуска величина отрицательная, то смещение эквидистанты уменьшается на эту величину.

При обработке с коррекцией в УП, ISO формата, выводятся команды <**G41**>, <**G42**>, <**G40**> и номера корректоров <**D**>. Например, при необходимости вывода в УП координат исходной кривой с включением коррекции следует в окне <Рабочее задание> установить <**Коррекцию**>, <**Сторону обработки**>, в окне параметров операции на странице <Инструмент(see page 1632)> включить режим <**Коррекции на радиус**> и задать величину <**Коррекции**>.

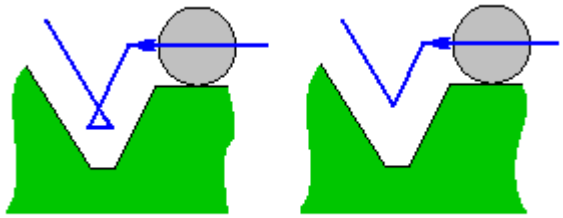
Траектория перемещения инструмента представляет собой путь перемещения центральной оси режущего инструмента.



Иногда возникает необходимость организовать перемещение инструмента в начальную точку по отработанному контуру. Для этого необходимо в окне <Рабочее задание> включить параметр <С возвратом>. В этом случае фреза совершит перемещение по заданному контуру с последующим возвратом по тому же контуру в начальную точку.

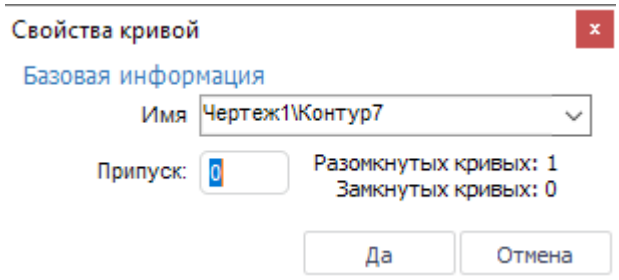
Бывают ситуации, когда при перерасчете траектории с учетом радиуса режущего инструмента УЧПУ не справляются с перерасчетом траектории и выдает сообщения об ошибке. Например, когда устанавливается фреза такого диаметра, при котором на

пересчитанной траектории "выпадают" элементы контура. На рисунке слева результат расчета эквидистанты системой ЧПУ, справа расчет в CAM системе. Помимо того существуют устаревшие УЧПУ которые рассчитывают коррекцию в очень малом диапазоне. В этих случаях задача расчета траектории с учетом радиуса режущего инструмента, зазора или припуска должна производиться в CAM системе.



По умолчанию движение вдоль кривой будет начинаться в произвольной точке. Изменение стартовой точки на контуре может быть сделано несколькими способами. Для задания начальной точки координатами следует открыть окно свойств элемента рабочего задания, два раза щелкнув курсором на нем в окне <**Рабочее задание**> или открыть окно, воспользовавшись контекстным меню (пункт <**Свойства**>).

В окне свойств элемента, параметры отражены более развернуто, чем в окне рабочего задания.



Начальная точка в окне может быть задана либо путем ввода координат, либо путем выбора существующей геометрической точки из выпадающего списка.

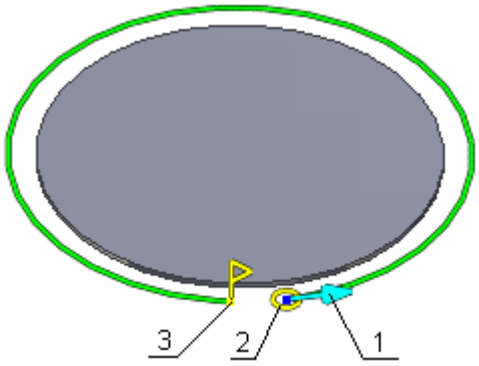
В выпадающем списке, кроме геометрических элементов, есть предопределенные константы:

- <**Авто**> – кривая обрабатывается от начала и до конца;
- <**Начало кривой**> – обработка будет начинаться от начала кривой;
- <**Конец кривой**> – обработка будет вестись до конца кривой;
- <**Задать**> – точка задается координатами в полях ввода (X и Y).

После этого обработка кривой будет начинаться с указанной точки. В том случае, если указанная точка не лежит на траектории, то обработка будет начинаться с точки, лежащей на траектории и ближайшей к указанной.

Так же начальная точка может быть задана интерактивно. Интерактивное задание параметров возможно, если элемент рабочего задания состоит из одного геометрического элемента (кривой или точки с припуском). Для задания точки следует в окне рабочего задания выделить нужный элемент после чего, если параметры элемента могут быть заданы интерактивно, на элементе появятся дополнительные визуальные компоненты, которые показаны на рисунке ниже.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



1. Вектор направления обработки;
2. Схематичное изображение сечения инструмента;
3. Конечная точка.

Начальная точка отображается в виде инструмента (1) и вектора (2) показывающего направление обработки.

Конечная точка может быть 2-х видов. Для замкнутого контура она имеет вид , для незамкнутого контура .

При изменении положения начальной и конечной точек включается привязка к узловым точкам кривой, в этом случае конечная точка принимает вид .

Для изменения координат начальной точки следует указать на инструмент курсором мыши, после чего нажать левую клавишу мыши и перемещать его (инструмент должен перемещаться вслед за курсором), добиваясь задания нужного положения начальной точки.

Конечная точка может быть задана аналогично начальной точке, как с помощью окна свойств, так и интерактивно.

Направление обработки так же может быть задано интерактивно, для этого следует щелкнуть курсором на векторе элемента рабочего задания, на рисунке выше он показан цифрой 2. После чего направление обработки элемента будет изменено на обратное.

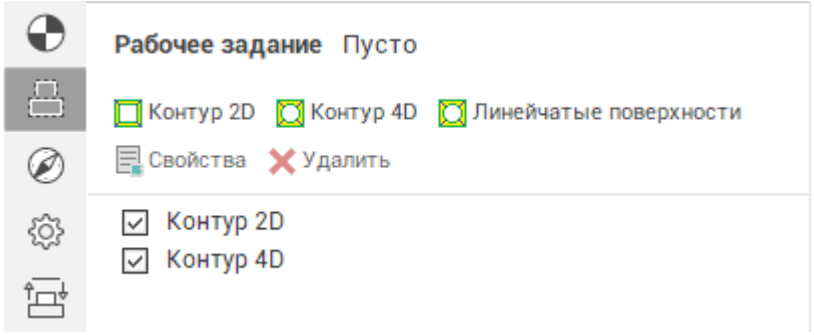
Сопутствующие ссылки:

Обработка на резательных станках(see page 1319)

5.11.4.2 Рабочее задание для эрозионных операций и операции Резка 4D

Задание на обработку содержит в себе информацию о геометрии обрабатываемых элементов и их отличительные технологические параметры. Элементы могут быть представлены в кратком и детализированном видах. Каждый элемент может представлять собой не только отдельный контур, но и папку с несколькими кривыми.

Краткий вид представляет собой просто список элементов и показан ниже:



В операции <4D обработки(see page 1371)> доступна возможность добавления рабочего задания как 2D контура. В операции <2D обработки(see page 1369)> нельзя добавлять рабочее задание как 4D контур.

В окне доступны следующие функции:

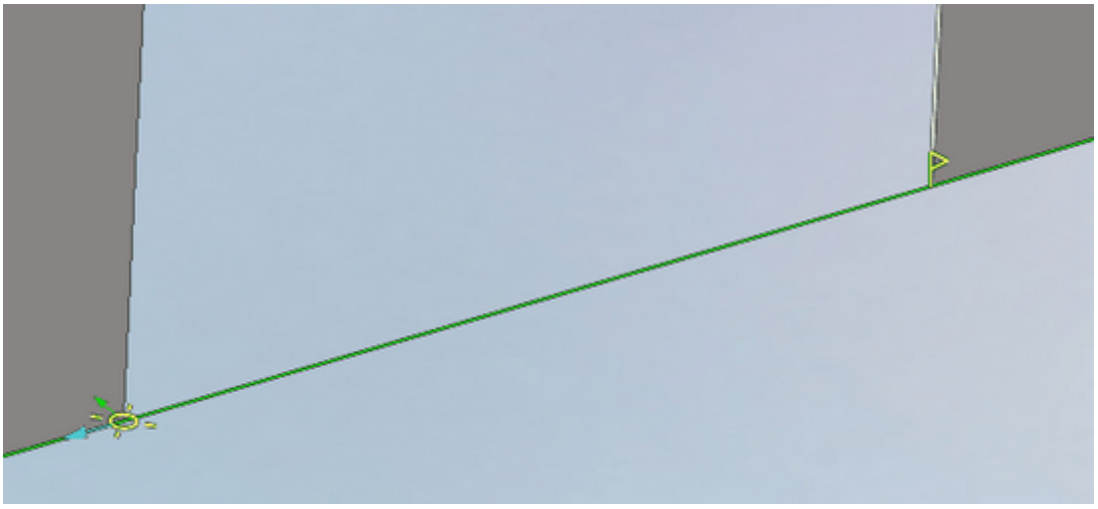
- <**Добавить 2D элемент**> – позволяет добавить элемент рабочего задания по выбранному в графическом окне контуру.
- <**Добавить 4D элемент**> – позволяет добавить элемент рабочего задания по выбранным в графическом окне контурам либо поверхностям. При этом один из контуров принимается за верхний контур, другой - за нижний. Если выбран только один контур, будет добавлен 2D элемент. Данная функция доступна только для операции <4D обработка(see page 1371)>. Если в момент нажатия на кнопку были выбраны не кривые, а поверхности, то система автоматически распознает по ребрам поверхностей электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350), его верхний и нижний контура и автоматически расставит линии синхронизации между ними.
- <Свойства(see page 1333)> – позволяет перейти к окну параметров элементов. Кроме того, можно редактировать несколько элементов, для этого следует выбрать их в списке, используя стандартные сочетания клавиш.
- <**Удалить**> – удаляет выбранные элементы из списка элементов.

Для вызова окна параметров и удаления элементов можно также воспользоваться кнопками на всплывающей панели:



Имеется возможность выбора нескольких элементов с одинаковыми параметрами.(see page 1349)

Контур рабочего задания может быть как замкнутым, так и разомкнутым. Точки начала и конца контура можно изменять в графическом окне:



Система позволяет редактировать контур прямо в графическом окне. Принципы редактирования аналогичны тем, что используются в токарном контуре.(see page 1285)

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Свойства элементов рабочего задания эрозионных операций(see page 1333)

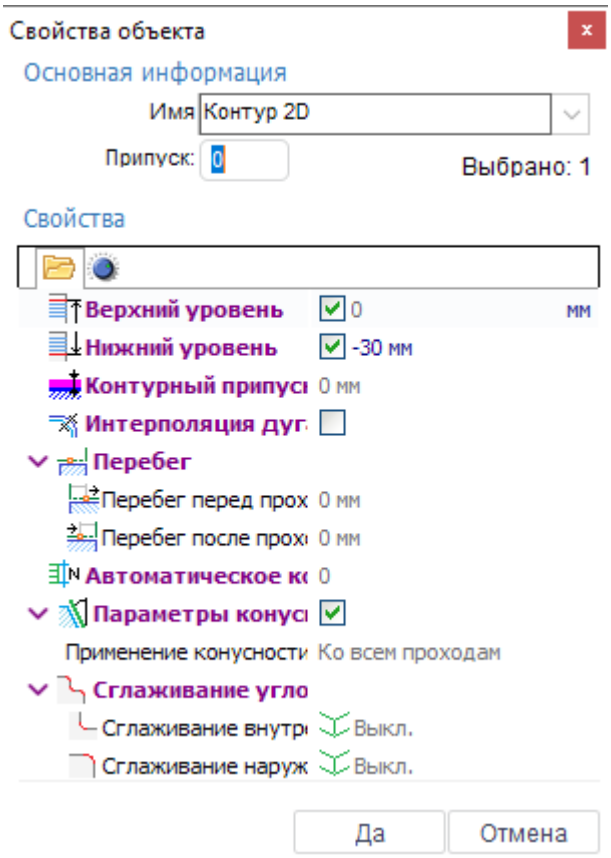
Свойства 2D элементов рабочего задания

Каждый элемент рабочего задания обладает большим количеством параметров.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Для просмотра и редактирования параметров 2D элемента рабочего задания необходимо выделить его и нажать на кнопку <**Свойства**>, либо дважды кликнуть по нему.

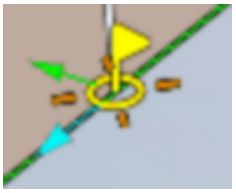
Окно параметров имеет следующий вид:



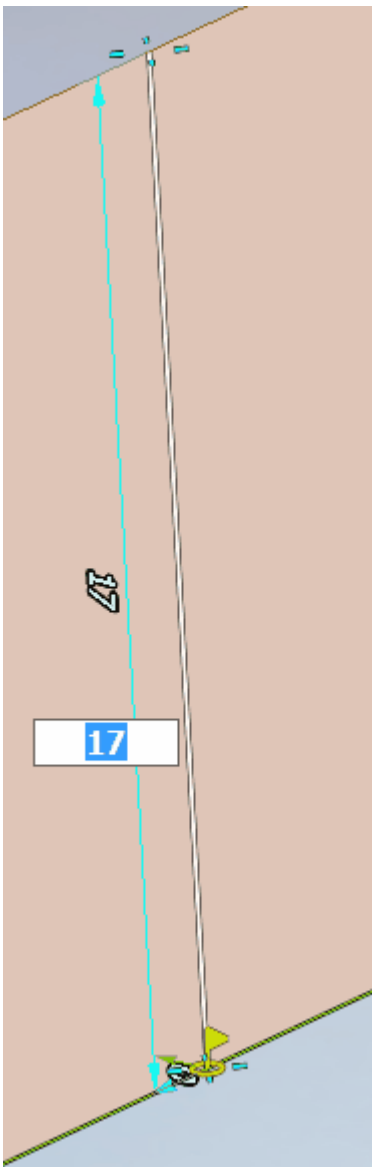
- <**Уровень верхней направляющей**> – используется для установки плоскости перемещения верхней направляющей электроэрозионного станка.Уровень верхней направляющей также можно задать в графическом окне. Для этого достаточно переместить указатель верхнего уровня:



- <**Уровень нижней направляющей**> – используется для установки плоскости перемещения нижней направляющей электроэрозионного станка.Уровень нижней направляющей можно задать в графическом окне. Для этого достаточно переместить указатель нижнего уровня:

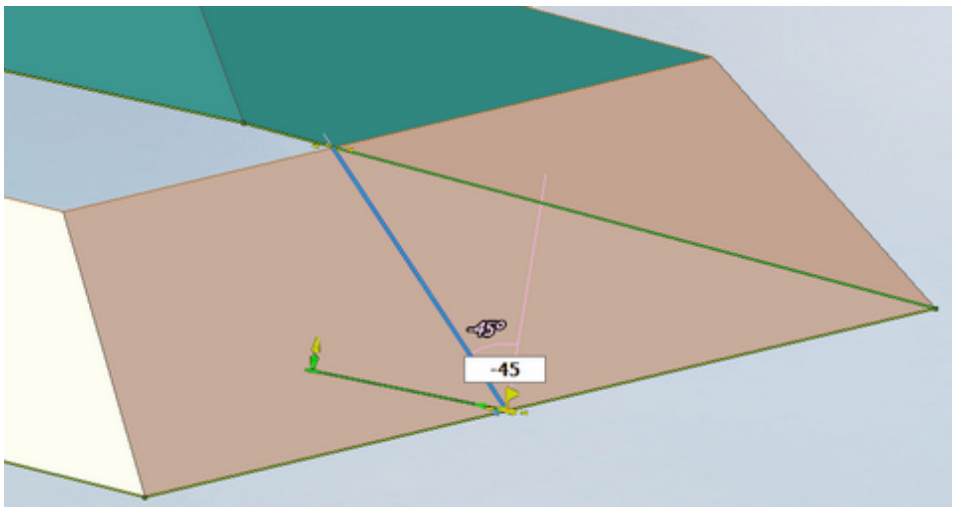


Чтобы задать точное значение верхней или нижней направляющей достаточно кликнуть по указателю соответствующего уровня и ввести точное значение:



- <**Припуск**> – позволяет корректировать конечный контур путем задания дополнительного припуска. Припуск может быть как положительным, так и отрицательным.
- <**Подход**> – задаёт величину подхода к началу элемента рабочего задания.
- <**Отход**> – задаёт величину отхода от элемента рабочего задания.
- <**Количество перемычек**> – задаёт количество перемычек. Параметры перемычек могут быть изменены в графическом окне.
- <**Использовать конусность**> – при выключенной опции проволока всегда будет располагаться перпендикулярно плоскости XY и в результате обработки будет получаться цилиндрическая поверхность. Если необходимо сформировать коническую поверхность, то опцию следует включить. Затем в графическом окне потребуется указать величину угла и направление конусности для каждого контура. Для этого необходимо кликнуть по линии синхронизации и ввести значение.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



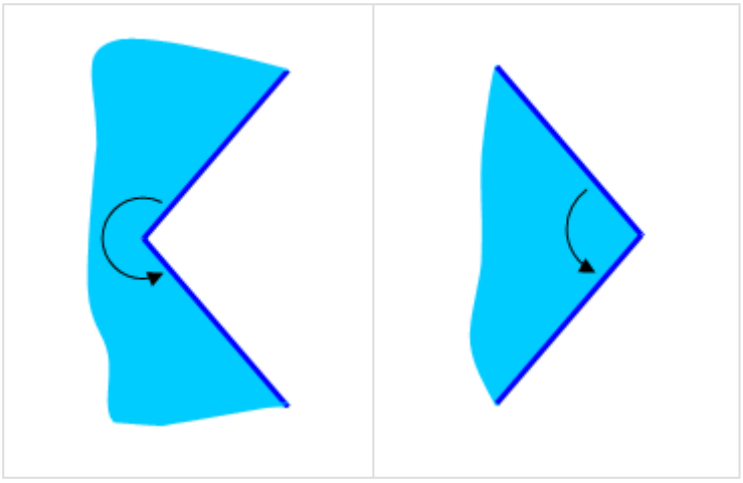
В результате в каждом рабочем кадре управляющей программы будет выводится слово, задающее угол конуса (например, <**G01 X30 Y45 A5**>). Использование конусности делает доступным еще ряд дополнительных настроек.

- <**Последовательность включения**> Позволяют задать различное использование конусности для разных проходов одного и того же контура. В выпадающем списке <Включение> доступны следующие пункты:
- <**На всех проходах**> – при выборе данного пункта конусность будет применена ко всем проходам контуров.
- <**Применить конусность после N прохода**> – в текстовом поле <**N прохода**> указывается количество первых проходов, к которым конусность применена не будет. Все остальные проходы, начиная с N+1, будут использовать конусность.
- <**Отменить конусность после N прохода**> – в текстовом поле <**N прохода**> указывается количество первых проходов, к которым конусность будет применена. Все остальные проходы, начиная с N+1, не будут использовать конусность.
- <**Скругление углов**> – Многие современные стойки ЧПУ позволяют автоматически скруглять острые углы в траектории перемещения проволоки и CAM система может задействовать эту функцию стоек ЧПУ. На панели <Скругление углов> расположены параметры, позволяющие правильно настроить использование данной функции. При включении функции в управляющую программу выводятся те же координаты контура, что и при выключенной функции скругления (т.е. контур не модифицируется). Однако в тех кадрах управляющей программы, где необходимо произвести скругление, появляются дополнительные слова, задающие радиусы скругления углов. Радиусы скругления могут задаваться отдельно для верхнего и для нижнего контуров. Например, <G01 X95.24 Y53.09 R1.5 R5.3> – первое слово <R> задает радиус скругления для нижнего контура 1.5, второе слово <R> задает радиус скругления для верхнего контура 5.3.

***Примечание**: Система моделирования CAM системы позволяет отрисовывать и моделировать траекторию перемещения проволоки с учетом последующего скругления углов стойкой ЧПУ при отработке управляющей программы.*

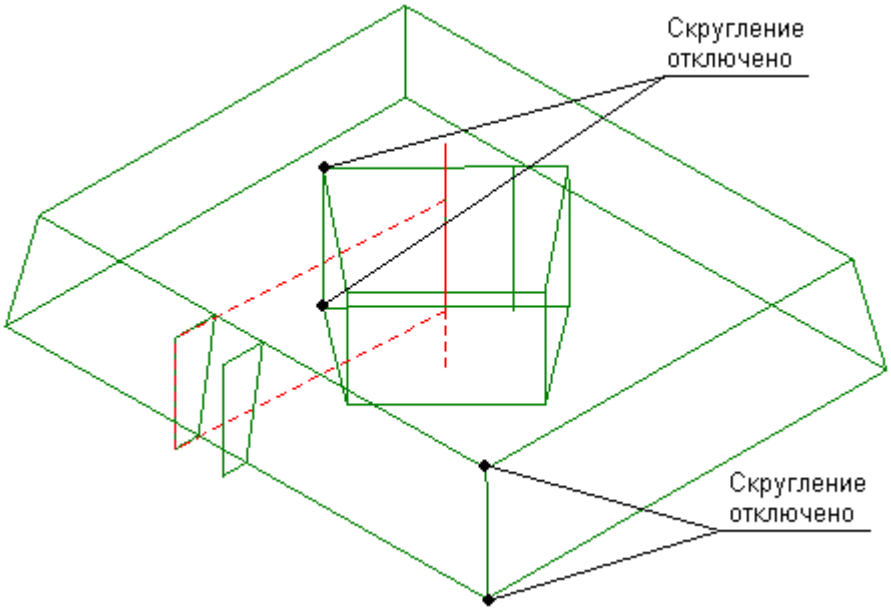
В системе реализованы различные способы скругления, которые могут задаваться отдельно для внутренних и внешних углов в полях <Внутренний угол> и <Внешний угол> соответственно. Углы подразделяются на внутренние и внешние в зависимости от величины угла с той стороны, где находится деталь. Внутренним называется угол больше 180°, а внешним – угол меньше 180°.

<Внутренний угол>	<Внешний угол>



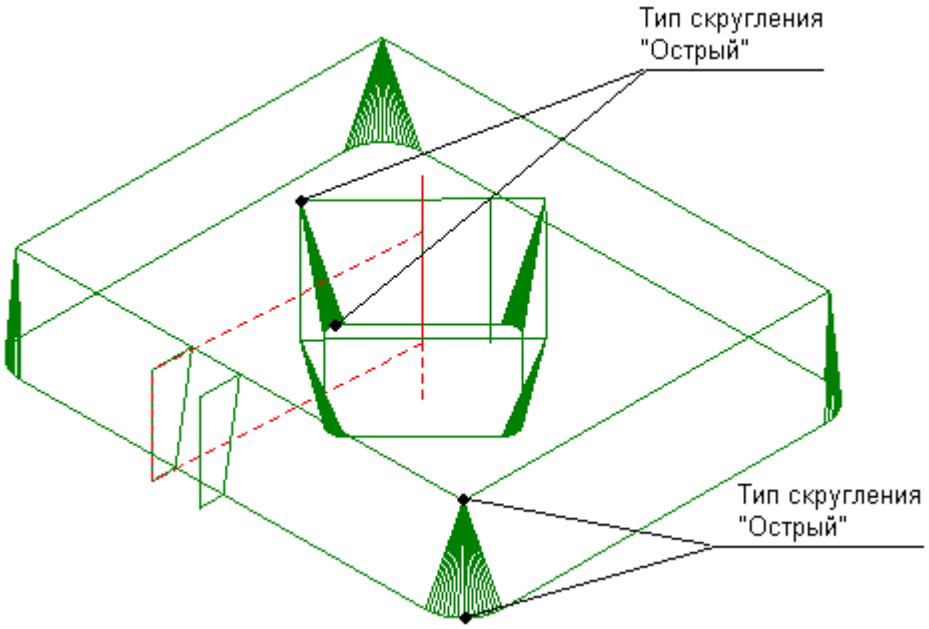
Доступны следующие типы скруглений:

- <**Выкл**.> – при выборе данного типа функция скругления углов отключена и радиусы скругления в управляющую программу не выводятся.



- <**Острый**> – данный способ скругления предполагает, что сглаживаются только углы на нижнем контуре. Углы верхнего контура остаются острыми. Поэтому доступно только поле ввода <Нижний радиус>.

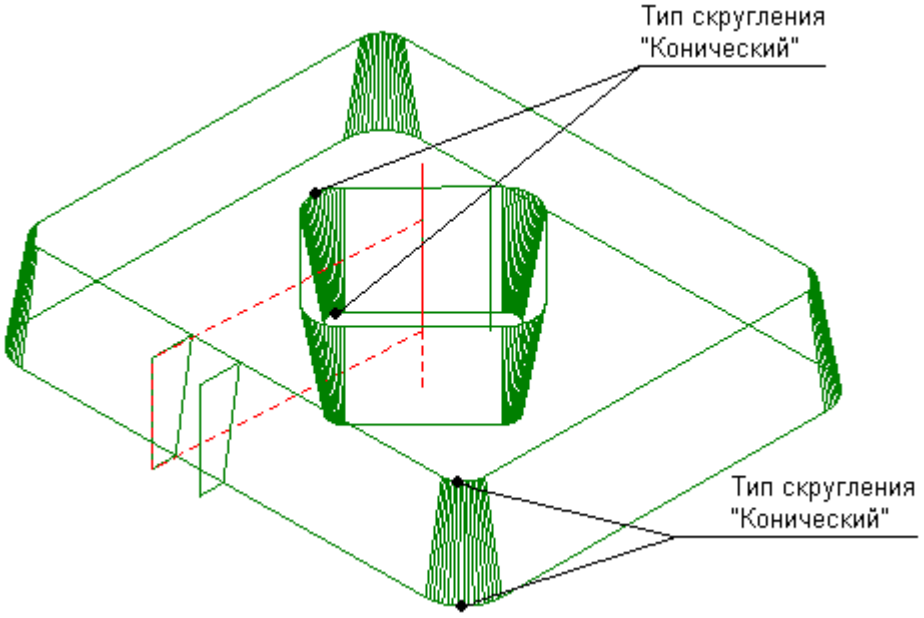
© 2025 ООО СПРУТ Технология



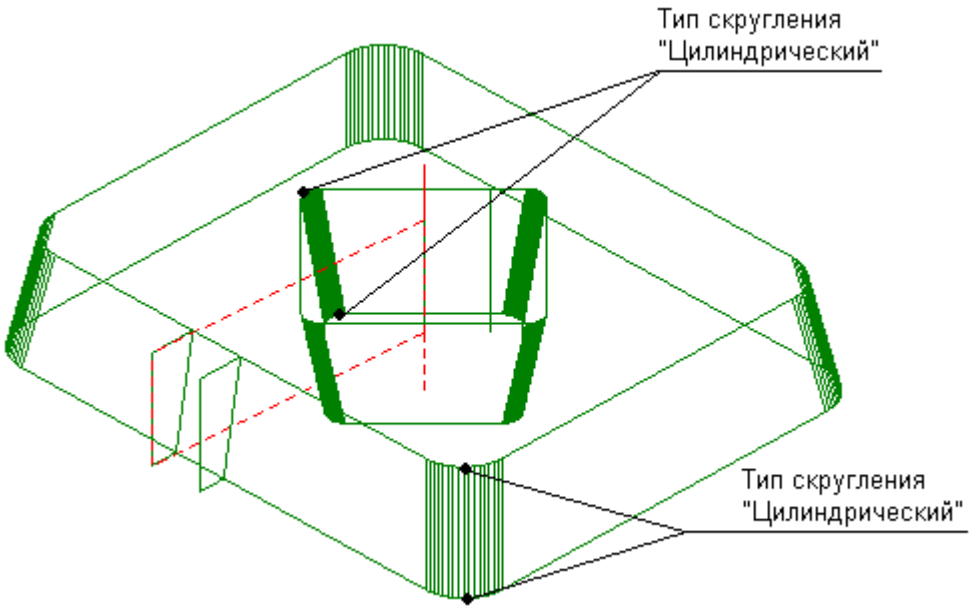
- <**Конический**> – радиус скругления углов на нижнем контуре задается в соответствующем поле. Радиус скругления углов верхнего контура определяется как нижний радиус скругления плюс величина, зависящая от угла конусности и разности высот верхнего и нижнего контуров:

$$R_{верхний} = R_{нижний} \pm h \cdot tg\,\alpha$$

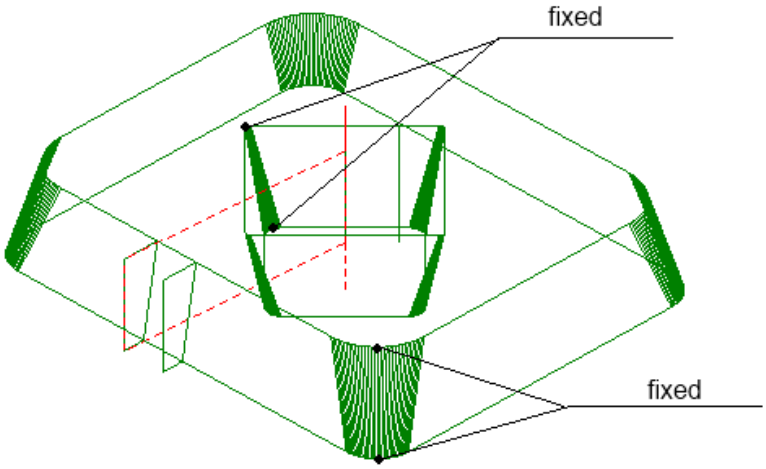
Таким образом, на детали в месте скругления получается коническая поверхность.



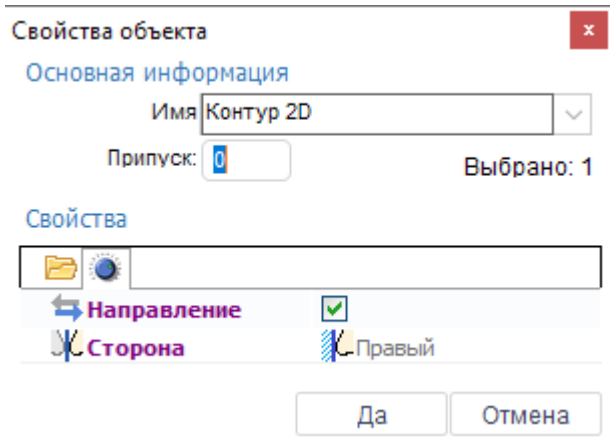
- <**Цилиндрический**> – радиус скругления углов на нижнем и верхнем контурах всегда одинаков и вводится в поле <Нижний радиус>. Таким образом, на детали в месте скругления получается цилиндрическая поверхность.



- <**Фиксированный**> – радиусы скруглений на нижнем и верхнем контурах задаются независимо в соответствующих полях и могут принимать произвольные положительные значения.

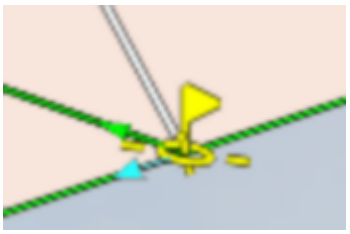


Также можно задать направление и сторону обработки для каждого элемента рабочего задания:



© 2025 ООО СПРУТ Технология

В графическом окне направление отображается голубой стрелкой, а сторона обработки - зелёной:



В окне свойств можно изменять оба этих параметра. Также эти параметры можно изменить, кликнув мышкой на соответствующей стрелке.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

Линии синхронизации(see page 1341)

Перемычки(see page 1347)

Выбор нескольких элементов(see page 1349)

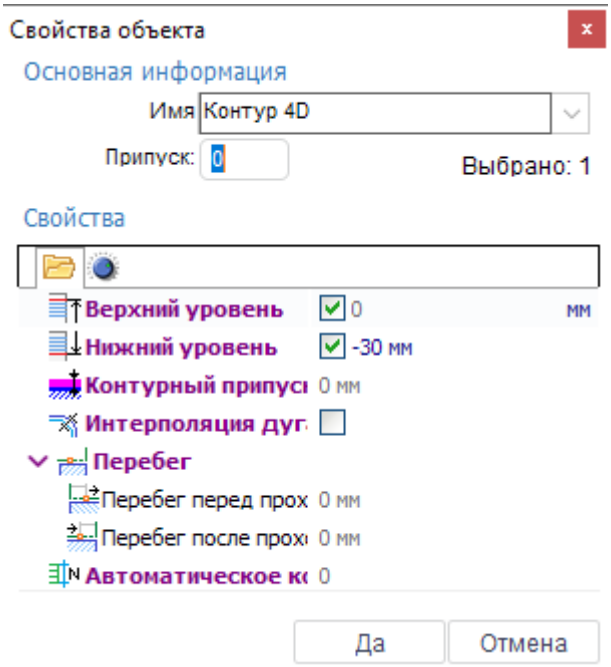
Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Свойства 4D элементов рабочего задания

Каждый элемент рабочего задания обладает большим количеством параметров.

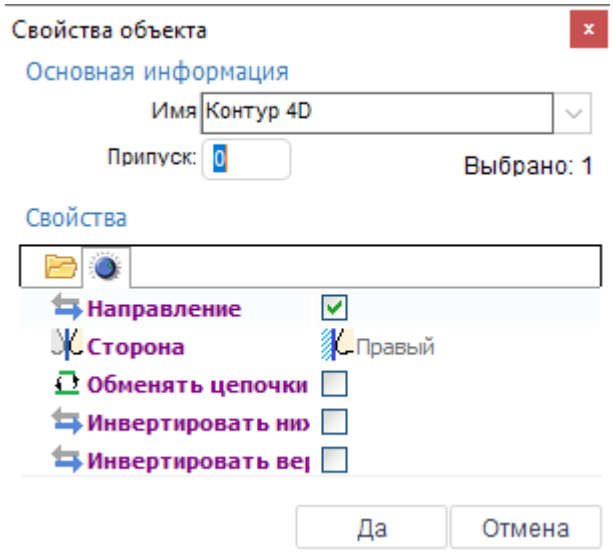
Для просмотра и редактирования параметров 2D элемента рабочего задания необходимо выделить его и нажать на кнопку <**Свойства**>, либо дважды кликнуть по нему.

Окно параметров имеет следующий вид:



Все параметры аналогичны соответствующим параметрам 2D элементов рабочего задания(see page 1333).

Также можно задать направление и сторону обработки для каждого элемента рабочего задания.



Параметры <**Направление**> и <**Сторона**> аналогичны соответствующим параметрам 2D элементов рабочего задания(see page 1333).

- <**Поменять уровни**> – меняет верхний и нижний уровень местами.
- <**Инверсия нижнего уровня**> – меняет направление нижнего контура.
- <**Инверсия верхнего уровня**> – меняет направление верхнего контура.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Линии синхронизации(see page 1341)

Перемычки(see page 1347)

Выбор нескольких элементов(see page 1349)

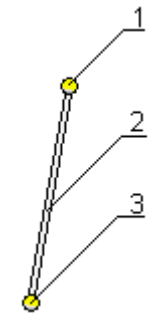
Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Линии синхронизации

В операции <2D обработки(see page 1369)> линии синхронизации отображаются в виде точек и соединяющей их линии. С помощью линии синхронизации можно задать угол конусности.(see page 1333)

Для операции <4D обработки(see page 1371)> кроме перемещения линий синхронизации можно еще менять расположение точек линии. Таким образом, для перетаскивания линии надо подвести курсор к средней части линии (2), а для перемещения точек к соответствующей точке на линии (1 или 3).

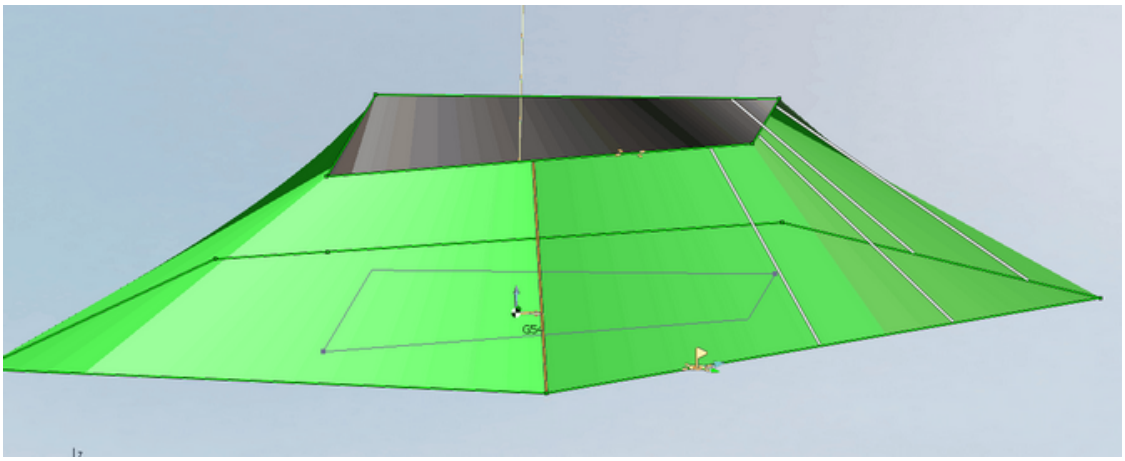
© 2025 ООО СПРУТ Технология

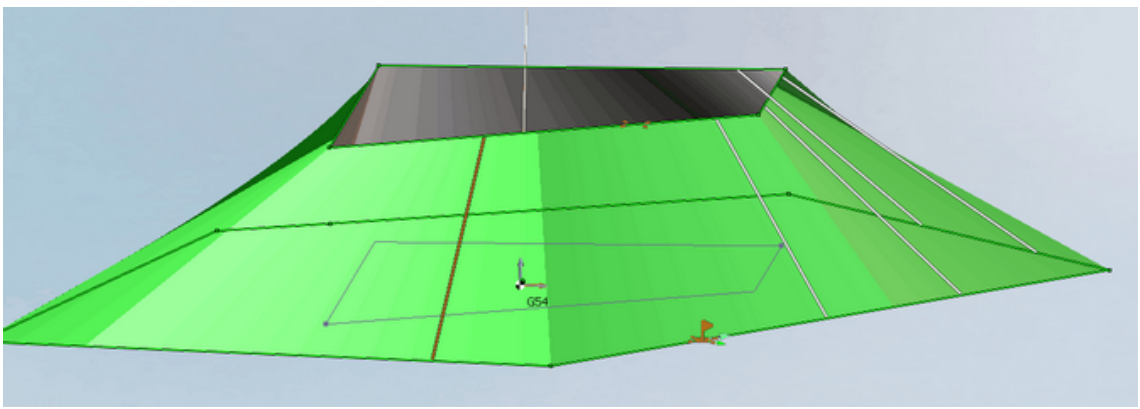


Линии синхронизации можно копировать и удалять интерактивно. Для копирования следует выбрать элемент, который надо скопировать, и нажатием [Ctrl] и левой кнопки мыши сдвинуть выбранный элемент. В результате выбранный элемент останется на месте, а новый элемент будет перемещаться вслед за указателем мыши.

Для интерактивного удаления элементов следует выбрать удаляемый элемент, указав на него курсором мыши и нажать клавишу [Del]. В результате выбранный элемент будет удален.

Для создания новой линии синхронизации необходимо подвески курсор к излому рабочего задания и перетащить созданную линию синхронизации на требуемое место.





Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

Перемычки(see page 1347)

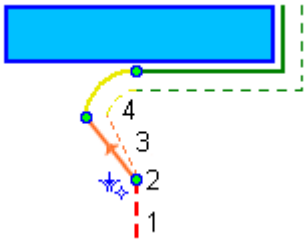
Выбор нескольких элементов(see page 1349)

Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Подходы-отходы

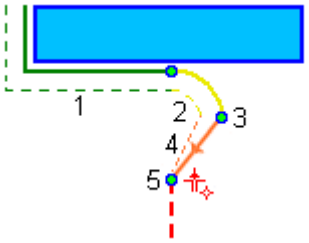
Подходы и отходы представляют собой участки траектории, добавляемые в начале и в конце каждого рабочего контура соответственно. Целью добавления подходов-отходов является обеспечение корректной геометрии детали в местах начала и окончания контура. В этих местах обычно производятся переключения определенных режимов интерполяции (режимов коррекции, конусности, многоосевой интерполяции и т.п.), для вступления в силу которых требуются один-два дополнительных кадра траектории.

Подход к начальной точке контура осуществляется в следующем порядке:



1. Подвод на ускоренной подаче к точке заправки проволоки.
2. Заправка проволоки, установка необходимых режимов резания и включение требуемых режимов коррекции и интерполяции.
3. Выполнение первого прямолинейного перемещения подхода из точки заправки проволоки. На данном участке хода вступают в силу только что включенные режимы коррекции и интерполяции.
4. Выполнение оставшейся части подхода к точке начала рабочего контура согласно выбранному способу (только если установлен сложный способ подхода, состоящий из более чем одного элемента, например, подход "по прямой и дуге").

Отход из конечной точки контура осуществляется в обратном порядке:

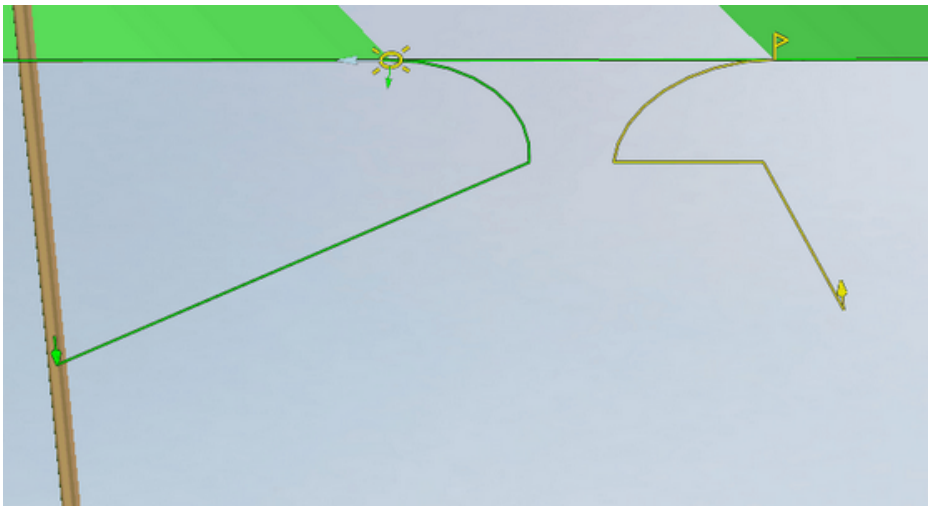


1. Проволока достигает конечной точки рабочего контура.
2. В случае, если установлен сложный способ отхода, состоящий из более чем одного элемента (например, отход "по прямой и дуге" или "по двум прямым и дуге"), то выполняется часть отхода без последнего прямолинейного перемещения в точку обрезки проволоки.
3. Производится выключение режимов коррекции и интерполяции.
4. Выполняется прямолинейное перемещение в точку обрезки проволоки, на котором новые режимы коррекции и интерполяции вступают в силу.
5. Осуществляется обрезка проволоки.

Настройка способов подхода-отхода, а также включение дополнительных опций, влияющих на участки начала и конца обработки контура, осуществляется в графическом окне.

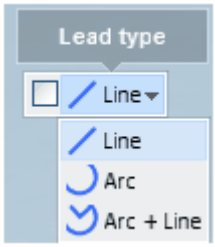
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Указатели подхода-отхода доступны для каждого элемента рабочего задания и становятся доступными после расчёта операции. После изменения параметров подходов-отходов необходимо пересчитать операцию. Подход имеет зелёный цвет, отход желтый.



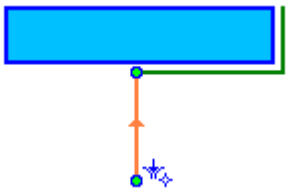
Указатели подхода-отхода интерактивны, их можно перемещать в графическом окне и задавать точные размеры. Размеры можно задавать как относительно других элементов, так и относительно начала системы координат.

Есть возможность выбора типа подхода-отхода в всплывающей панели:

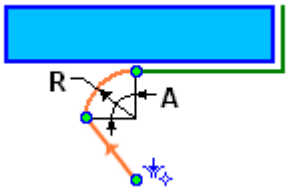


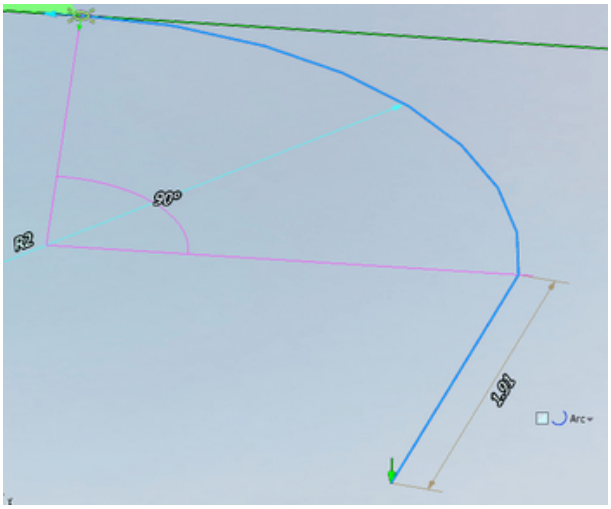
Выпадающий список <**Тип подхода**> определяет способ подхода из точки заправки проволоки к начальной точке рабочего контура. Он содержит следующие пункты:

- <**По прямой**> – подход осуществляется напрямую из точки заправки проволоки в точку начала рабочего контура. Длина подхода определяется положением точки заправки проволоки.

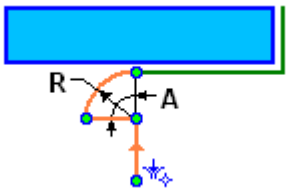


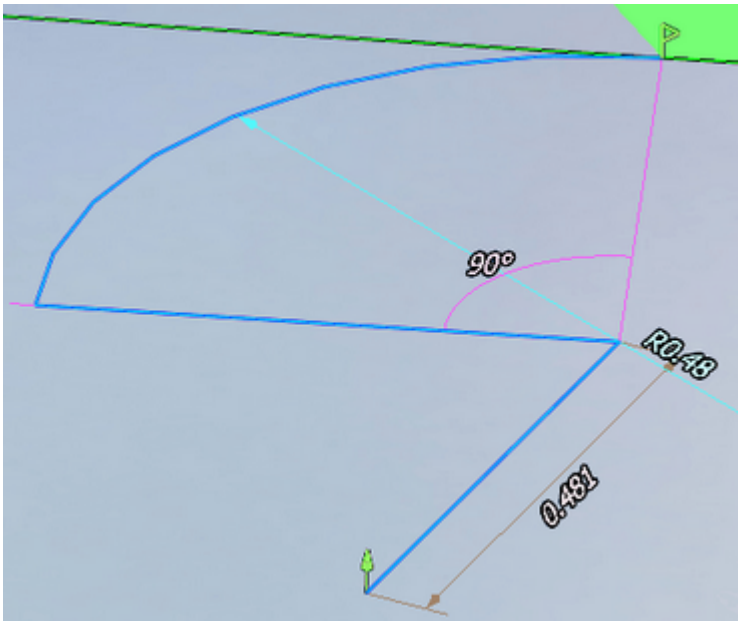
- <**Дуга**> – подход состоит из отрезка прямой, соединяющей точку заправки проволоки и точку начала дуги, и из дуги окружности, которая гладко стыкуется с рабочим контуром в точке его начала. Величина подхода, радиус и угол дуги задаются в графическом окне.





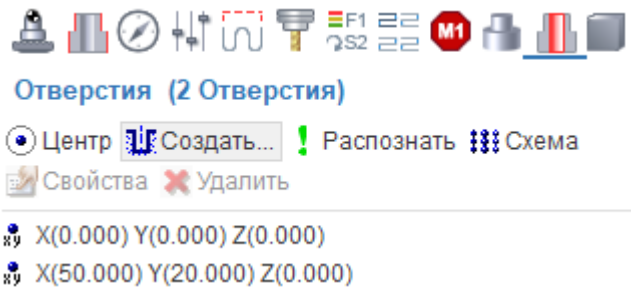
- <**Прямая и дуга**> – подход производится сначала по прямой из точки заправки проволоки в центр дуги, затем из точки центра в точку начала дуги окружности, и, наконец, описывается дуга окружности, которая гладко стыкуется с рабочим контуром в точке его начала. Радиус и угол дуги задаются в графическом окне.





***Примечание**: Во время расчета операции точки, в которых производится обрезка, либо заправка проволоки, запоминаются и выводятся в специальный список отверстий, который доступен в режиме <**Технология**> на закладке <**Отверстия**>. Позже данный список отверстий может быть экспортирован из системы и использован в другом проекте, либо в другом приложении. Экспорт доступен из* главного меню(see page 76) *программы, а также из контекстного меню списка отверстий – <**Экспортировать выделенное в DXF**>.*

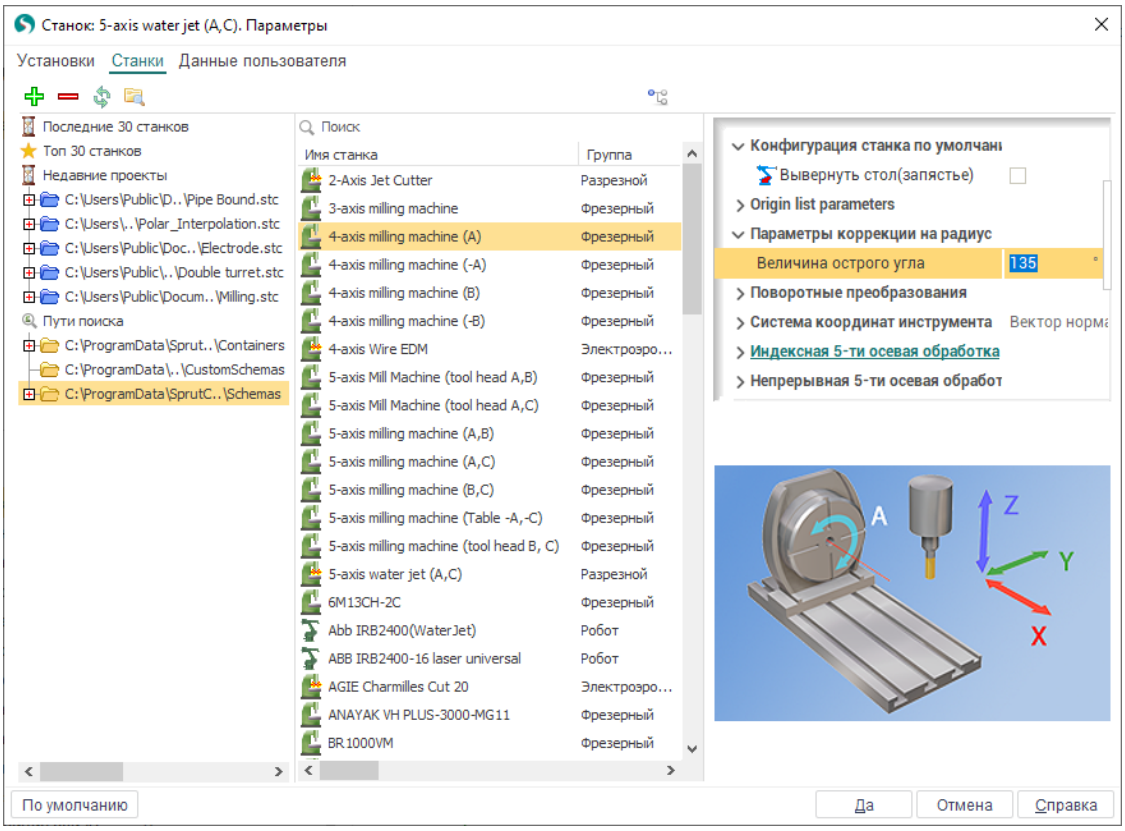
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Опции моделирования коррекции

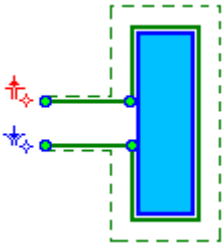
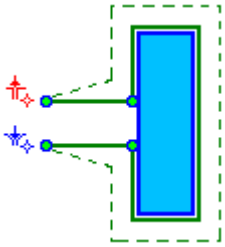
CAM система позволяет рассчитывать, отрисовывать и моделировать траекторию перемещения проволоки с учетом коррекции на радиус проволоки. Если в параметрах операции опции, регулирующие вывод команд коррекции на радиус(see page 1356), настроены, то в управляющую программу будут выводиться команды включения и выключения коррекции (обычно им соответствуют коды <G41>, <G42>, <G40>) с номерами корректоров, а в регистры, отвечающие за величину коррекции, могут заноситься значения коррекции на радиус. При этом в графическом окне и в системе моделирования траектория будет представляться уже с учетом коррекции, которая будет произведена стойкой ЧПУ в момент обработки управляющей программы.

Между тем разные системы ЧПУ (либо одни и те же системы ЧПУ в зависимости от внутренних настроек) могут обрабатывать коррекцию на радиус различными способами. В CAM системе имеется ряд опций, позволяющих настроить внутренние методы отработки коррекции и приблизить их к методам, реализованным в каждой конкретной стойке ЧПУ. Данные опции настраиваются в окне параметров станка, которое можно открыть из режима <Технология>, выделив корневой элемент дерева (станок) и нажав кнопку <Параметры>. В инспекторе свойств станка в разделе <Стойка ЧПУ> имеется группа <Параметры коррекции на радиус>.

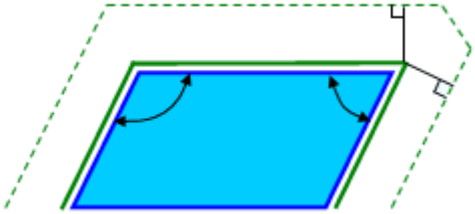


В данной группе имеются следующие настройки:

- <**Подход по нормали**> – данное свойство регулирует поведение системы на ходах включения и выключения коррекции.

При включенной опции <**Подход по нормали**> конечная точка хода включения коррекции и начальная точка хода выключения коррекции остаются несмещенными:	При выключенной опции <**Подход по нормали**> конечная точка хода включения коррекции и начальная точка хода выключения коррекции смещаются на величину коррекции:
	

- <**Величина острого угла**> – влияет на способ построения обката углов. Если угол между соседними элементами оказывается меньше данного параметра, то элементы продолжаются до пересечения друг с другом. Если же угол оказывается больше заданного, то элементы продолжаются на величину коррекции и между ними достраивается дополнительный отрезок. На рисунке ниже приведен пример, где левый угол больше величины острого угла, а правый – меньше:



Сопутствующие ссылки:

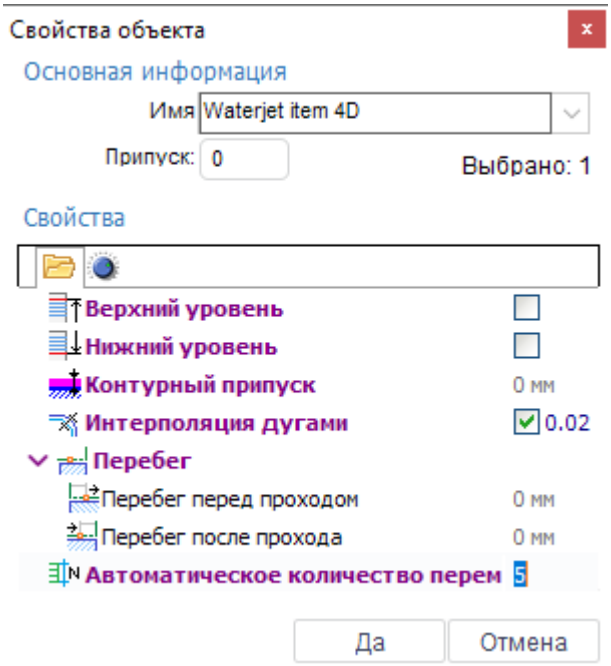
Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Перемычки

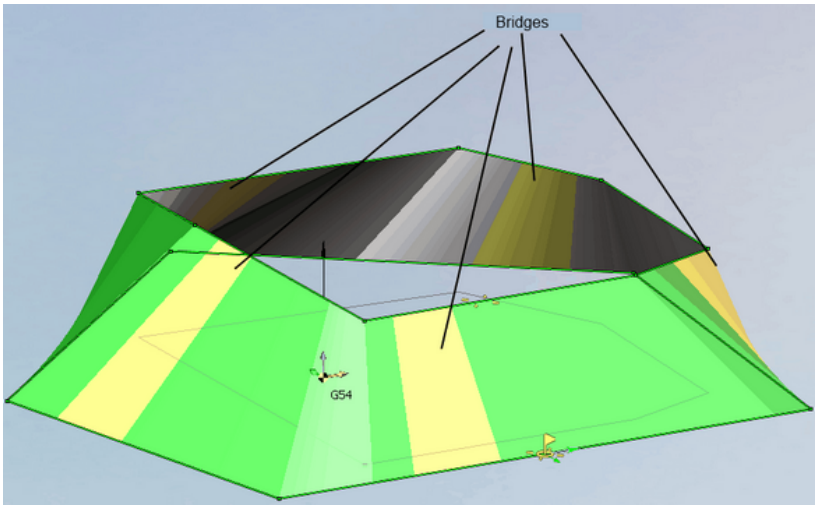
<**Перемычки**> задают участки на контуре, которые должны быть вырезаны позднее, чем сам контур.

Перемычки могут быть отключены, либо задаваться автоматически. Доступно изменение количества перемычек с помощью задания параметра <Количество>.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

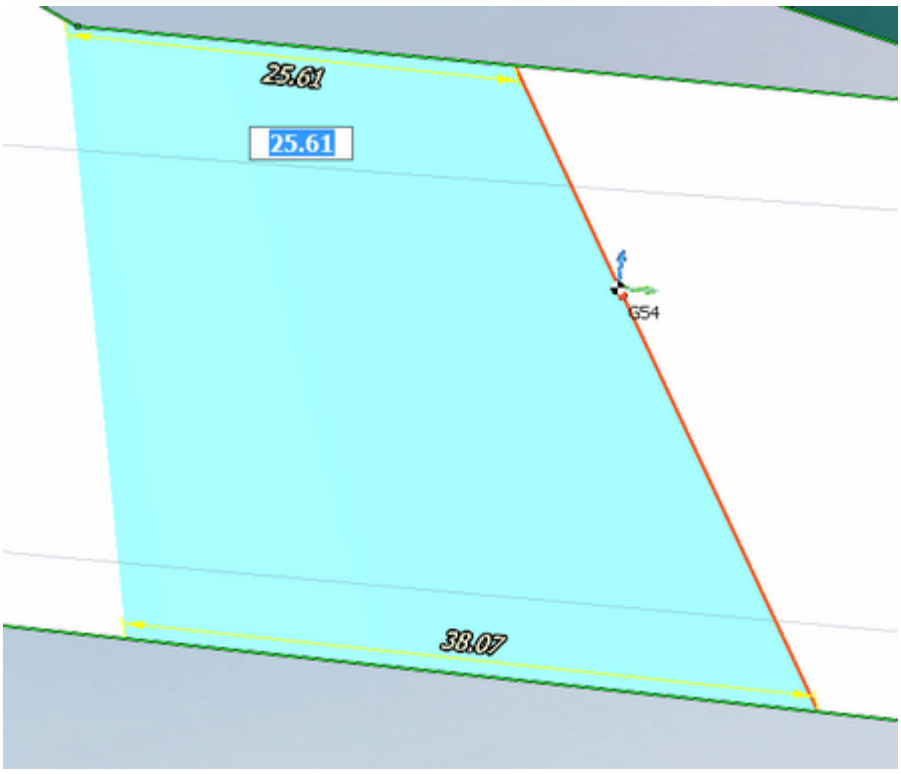


Автоматически создаваемые перемычки создаются на равном расстоянии друг от друга. Изменение параметров перемычек происходит в графическом окне.



Для перемещения перемычки необходимо выбрать её и переместить в требуемое место.

Размер перемычки можно задать с помощью размерной линии, либо перетащив край перемычки на требуемое расстояние. Края перемычки являются линиями синхронизации(see page 1341).



Перемычки можно копировать и удалять интерактивно. Для копирования следует выбрать элемент, который надо скопировать, и нажатием [Ctrl] и левой кнопки мыши сдвинуть выбранный элемент. В результате выбранный элемент останется на месте, а новый элемент будет перемещаться вслед за указателем мыши.

Для интерактивного удаления элементов следует выбрать удаляемый элемент, указав на него курсором мыши и нажать клавишу [Del]. В результате выбранный элемент будет удален. Также можно воспользоваться кнопкой на всплывающей панели.



Имеется возможность выбора нескольких перемычек с одинаковыми параметрами(see page 1349).

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

Линии синхронизации(see page 1341)

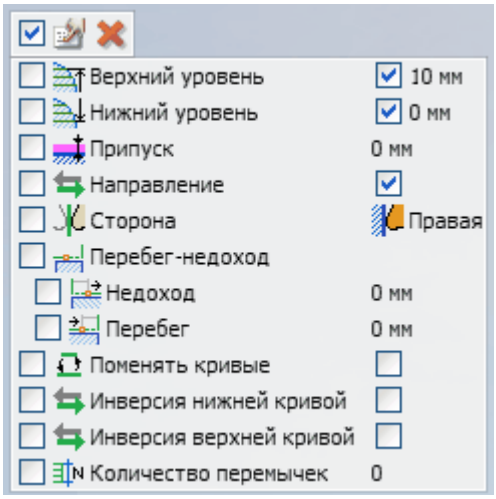
Выбор нескольких элементов(see page 1349)

Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Выбор нескольких элементов

Всплывающая панель позволяет выбрать элементы со сходными параметрами. Для этого необходимо выбрать какой-либо элемент и активировать панель выбора нескольких элементов.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



На панели отобразятся свойства текущего элемента. Их нельзя изменять здесь, они только для информации. Перед каждым параметром есть флаг, показывающий будет ли этот параметр влиять на результат выбора. Расставляя флаги возможно выбрать все элементы с такими же параметрами. Например, для выбора всех элементов с припуском 0мм достаточно выбрать один такой элемент и поставить флаг напротив параметра <**Припуск**>.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

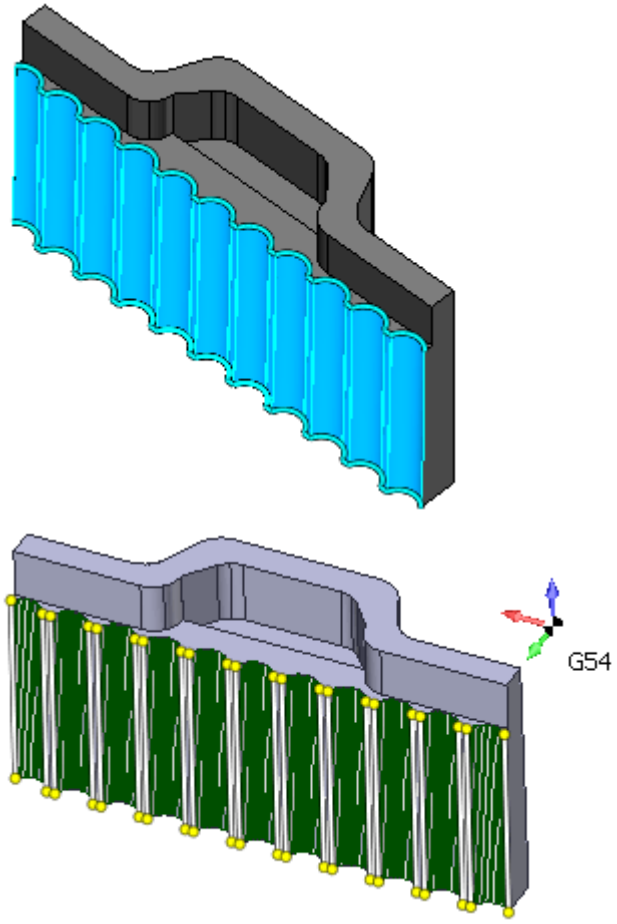
Линии синхронизации(see page 1341)

Перемычки(see page 1347)

Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Электроэрозионный конструктивный элемент

Электроэрозионный конструктивный элемент представляет собой цепочку линейчатых поверхностей с присутствующими верхними и нижними ребрами, лежащими в горизонтальных плоскостях. Вы можете использовать данный конструктивный элемент в эрозионных операциях. CAM системаавтоматически распознает нижнюю и верхнюю кривую элемента а также линии синхронизации между соответствующими участками контуров.



Если Вы хотите легко и быстро создать новую эрозионную операцию по 3Д модели, просто выберите на экране, любые из поверхностей, принадлежащих конструктивным элементам, которые Вы хотите обработать, и добавьте их в рабочее задание. CAM системаавтоматически распознает конструктивные элементы, которые Вы указали, добавит их в рабочее задание и настроит параметры только что созданной операции в соответствии с параметрами конструктивных элементов.

Если Вы хотите добавить конструктивный элемент в существующую операцию, просто выберете на экране любую поверхность, принадлежащую этому конструктивному элементу и добавить её в рабочее задание. Если до добавления конструктивного элемента рабочее задание было пустым, CAM системаавтоматически скорректирует параметры операции по параметрам конструктивного элемента.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

Линии синхронизации(see page 1341)

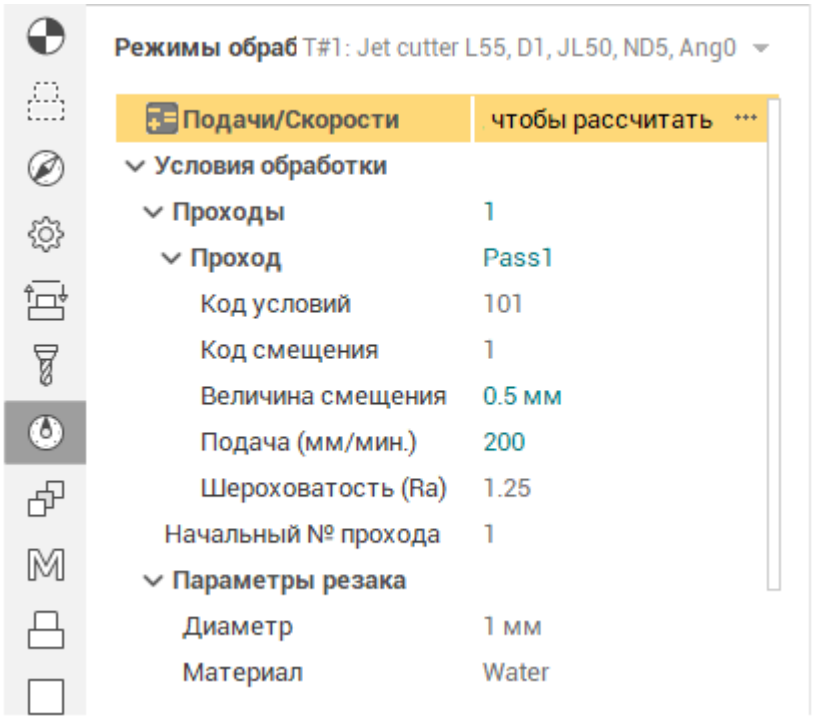
Перемычки(see page 1347)

Выбор нескольких элементов(see page 1349)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.11.4.3 Режимы обработки в эрозионных операциях и операции Резка 4D

Определение режимов обработки для электроэрозионных операций производится в окне параметров операции на странице <**Режимы**>, которое открывается после нажатия на кнопку <**Параметры**> в режиме <Технология(see page 104)>, либо из контекстного меню операции.



Современные системы ЧПУ электроэрозионных станков могут поддерживать различные механизмы задания условий обработки, однако большинство из них предполагают приблизительно следующий механизм. Одновременно существует множество параметров, характеризующих конкретные условия обработки. В зависимости от высоты и материала заготовки, диаметра и материала проволоки, требующейся шероховатости поверхности, могут задаваться определенные мощностные характеристики (частота, сила тока, режимы работы генератора и т.п.), скорость подачи проволоки, величина смещения проволоки для компенсации и др. Обычно производители оборудования закладывают в стойку ЧПУ определенную таблицу параметров обработки (либо предоставляют механизм заполнения этой таблицы), и каждому такому набору параметров присваивают определенный код. Затем при составлении управляющей программы, когда необходимо задать условия обработки, в соответствующие регистры просто заносятся данные коды. Стойка автоматически сопоставляет коды с конкретными параметрами обработки.

В CAM системе информация об условиях обработки, специфичная для каждого конкретного станка, может быть заполнена и сохранена в специальной библиотеке режимов резания. Данная библиотека сохраняется в отдельный файл с расширением *.csv. Имя текущего файла библиотеки отображается на панели <**Библиотека**> в поле <**Имя**>. В выпадающем списке данного поля можно выбрать одну из библиотек, находящихся в стандартной папке библиотек CAM системы. Если необходимо выбрать библиотеку из другого места, то это можно сделать в стандартном диалоговом окне, которое открывается по нажатию кнопки ... . В поле <**Комментарий**> отображается вспомогательная текстовая информация о выбранной библиотеке.

В библиотеке режимов резания хранится так называемый список технологий обработки. Каждая технология обработки содержит следующий набор параметров:

- <**Технология**> – уникальный текстовый идентификатор технологии обработки.

- <**Высота заготовки**> – высота обрабатываемой заготовки.
- <**Диаметр проволоки**> – диаметр проволоки для данной технологии.
- <**Шероховатость (Ra)**> – шероховатость поверхности, обеспечиваемая данной технологией обработки.
- <**Материал заготовки**> – материал заготовки, для обработки которого предназначена данная технология.
- <**Материал проволоки**> – материал проволоки, посредством которой производится обработка.
- <**Список проходов**> – представляет собой список проходов с указанием параметров обработки для каждого прохода.

Под термином <**Проход**> (Pass) здесь понимается один проход, производимый проволокой вдоль контура, с которым сопоставлен приведенный ниже набор параметров.

- <**Имя прохода**> – текстовое описание прохода.
- <**Код условий**> – специфичное для каждого конкретного станка значение, которое соответствует номеру регистра в стойке ЧПУ, определяющего условия обработки (обычно используются регистры <C>, <E>, <S>). За более подробной информацией о кодах условий обработки обратитесь к документации вашего станка.
- <**Код смещения**> – номер регистра смещения проволоки (номер корректора на радиус). За более подробной информацией Вы можете обратиться к документации вашего станка.
- <**Величина смещения**> – величина смещения проволоки, соответствующая заданному коду смещения. Она учитывает радиус проволоки, величину пережогов и индивидуальный припуск каждого прохода. Эта величина передается в постпроцессор и может быть использована для инициализации регистров, отвечающих за смещение проволоки (обычно регистры <H> или <D>). Величина смещения совместно с общим припуском операции используется CAM системой для моделирования коррекции на радиус(see page 1356).
- <**Подача**> – подача проволоки (измеряется в мм/мин или в дюйм/мин в зависимости от текущих системных настроек(see page 141)). Большинство электроэрозионных станков не используют подачу, однако значение подачи доступно, если потребуется для конкретной стойки ЧПУ. Данное значение также используется внутри CAM системы для расчета машинного времени.
- <**Дополнительные параметры**> – массив дополнительных параметров прохода. Каждый из дополнительных параметров представлен строкой <Параметр> – <Тип> – <Значение>. Здесь <Параметр> – текстовое описание параметра, <Тип> – тип параметра (целый или дробный), <Значение> – числовое значение параметра. Данный массив параметров, наряду с другими параметрами прохода, передается в постпроцессор (посредством команды <PPFUN WEDMConditions(56)>), где может быть использован в специфических для каждого конкретного случая целях.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Machining technology library

Technology 1

- Workpiece material: steel.
- Workpiece height: 20.
- Wire material: brass.
- Wire diameter: 0.25.
- Surface finish (Ra): 1.25.

Passes

Name	Condition code	Offset code	Offset	Feedrate	Additional parameter 1	Additional parameter 2	...	Additional parameter N
Pass 1	101	1	0.75	8	0	0		0
Pass 2	102	2	0.5	10	0.5	0.3		0.7
Pass 3	103	3	0.125	3	1	0.6		1.4
...								

Technology 2

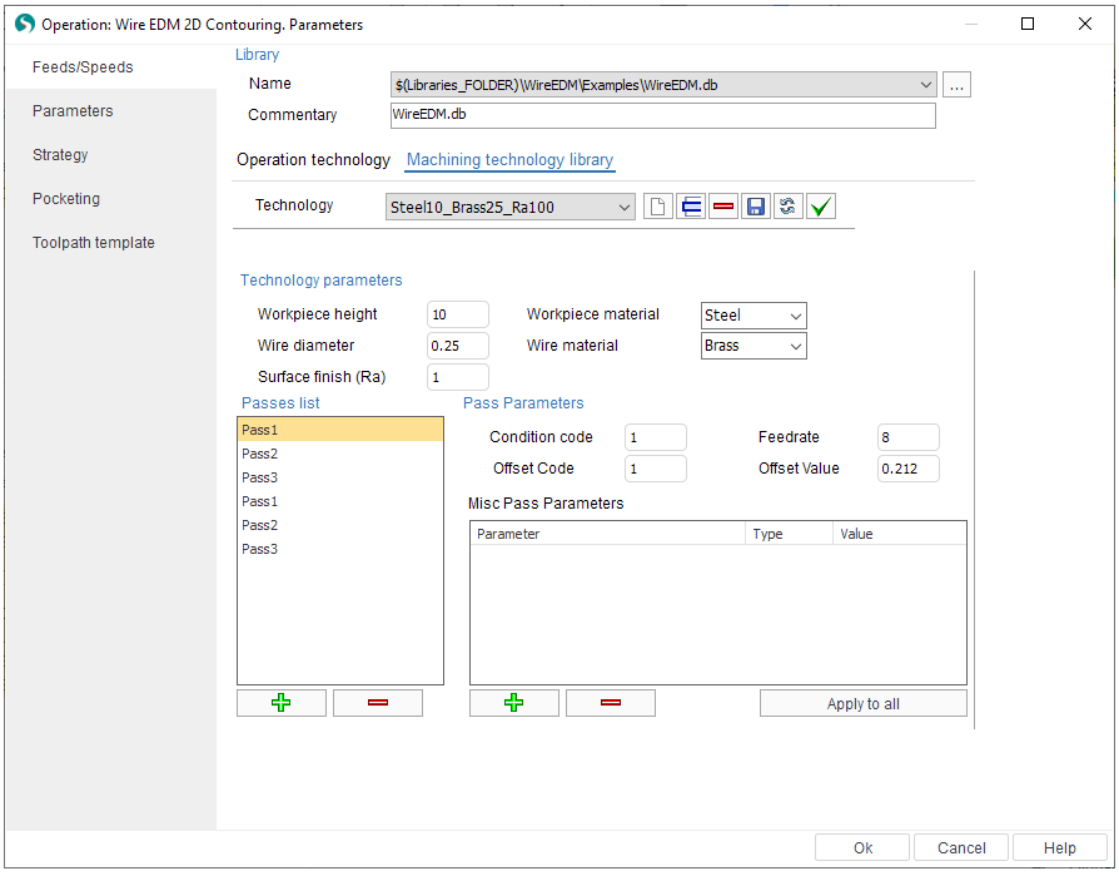
- Workpiece material: steel.
- Workpiece height: 40.
- Wire material: brass.
- Wire diameter: 0.5.
- Surface finish (Ra): 0.8.

Passes

Name	Condition code	Offset code	Offset	Feedrate	Additional parameter 1	Additional parameter 2	...	Additional parameter N
Pass 1	101	1	1.25	5	2.3	0		0
Pass 2	102	2	0.75	7	7.8	0		0
Pass 3	103	3	0.5	2	0	0.6		0
...								

...

Работа с библиотекой режимов производится на странице <**Библиотека технологий обработки**>:



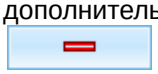
В каждый конкретный момент редактируется только одна активная технология библиотеки. Ее имя отображается в поле <**Технология**>. В выпадающем списке того же поля отображается список всех технологий, которые имеются в текущей библиотеке. Для работы с ним предусмотрены следующие кнопки:

-  <**Новая технология**> – добавляет новую технологию в список.
-  <**Переименовать технологию**> – позволяет переименовать активную технологию обработки.
-  <**Удалить технологию**> – удаляет активную технологию из списка.
-  <**Сохранить библиотеку**> – сохраняет изменения, произведенные в технологиях, в файл библиотеки.
-  <**Перезагрузить библиотеку**> – заново загружает информацию из файла библиотеки. Все не сохраненные изменения, произведенные в технологиях, будут потеряны.
-  <**Выбрать технологию**> – копирует параметры активной технологии из библиотеки в технологию операции.

Редактирование параметров текущей технологии производится путем непосредственного изменения значений в полях на панели <Параметры технологии>. Панель <Список проходов> отображает на экране имена проходов, которые имеются в активной технологии. Для добавления и удаления проходов в нижней части панели имеются кнопки:

-  <**Добавить проход**> – добавляет новый проход в список.
-  <**Удалить проход**> – удаляет выделенный проход из списка.

При выделении одного из проходов в данном списке справа на панели <**Параметры прохода**> показываются его свойства. Как уже было сказано выше, кроме основных параметров у прохода имеются дополнительные, состав которых может меняться пользователем. Таблица этих параметров отображается на панели <**Дополнительные параметры**>. Ввод имен и значений параметров осуществляется после щелчка (либо двойного щелчка) мышью по соответствующей ячейке таблицы. Внизу панели расположены кнопки управления таблицей:

-  <**Добавить параметр**> – добавляет новую строку в таблицу дополнительных параметров выделенного прохода.
-  <**Удалить параметр**> – удаляет активную строку из таблицы дополнительных параметров выделенного прохода.
-  – копирует таблицу дополнительных параметров выделенного прохода во все другие проходы активной технологии.

Каждая электроэрозионная операция CAM системы имеет среди своих параметров собственную технологию обработки, которая содержит тот же набор свойств, что и технология из библиотеки режимов обработки. При расчете операция руководствуется той технологией, которая имеется в ее параметрах и никак не взаимодействует с библиотекой. Поэтому, чтобы применить активную технологию из библиотеки, необходимо обязательно скопировать ее параметры в операцию, нажав кнопку  . Свойства технологии операции отображаются на странице <**Технология операции**>. Они могут быть отредактированы, даже если библиотека режимов резания не заполнена. Заполнять библиотеку можно не только на странице <**Библиотека технологий обработки**>, но и со страницы операции. Кнопка  позволяет сохранить текущие свойства технологии операции в библиотеку.

Если библиотека режимов обработки заполнена, то для быстрого поиска технологии обработки с нужными параметрами организована функция подбора ближайшей технологии. При нажатии на кнопку  система анализирует значения полей,

© 2025 ООО СПРУТ Технология

расположенных на странице <**Технология операции**> и ищет среди всех технологий библиотеки ту, свойства которой наиболее подходят к введенным. Алгоритм поиска приблизительно следующий. Среди всех технологий библиотеки выбираются те, где материал заготовки, материал и диаметр проволоки в точности соответствуют заданным. Затем среди найденных ищется технология, способная обеспечить более высокий, но в тоже время самый близкий к указанному, показатель шероховатости поверхности. При этом учитывается, что высота заготовки технологии также должна быть не меньше заданной и наиболее близкой. Если в результате удалось найти подходящую технологию, то система переходит на страницу <**Библиотека технологий обработки**> и активирует найденную технологию. Теперь, чтобы применить эту технологию к операции, необходимо нажать кнопку  . Система снова переключится на страницу <**Технология операции**>, где можно будет подогнать, если нужно, конкретные параметры технологии под конкретный случай обработки.

На той же закладке имеется параметр <**Начальный № прохода**>. Он позволяет задавать номер прохода технологии, с которого будет начинаться обработка. По умолчанию задается значение 1. Однако возникают случаи, когда бывает необходимо производить обработку по определенной технологии, но не с самого начала. Такая потребность может возникнуть, например, в случае разделения обработки одного участка детали на несколько операций. Тогда в стратегии первой операции число проходов задается меньше, чем имеется в технологии, а в последующей операции указывается начальный номер прохода отличный от 1. Приближенная последовательность выполнения проходов с указанием их номеров отображается на информационной панели <Список проходов(see page 1356)> закладки <**Стратегия**> окна параметров операции.

Сопутствующие ссылки:

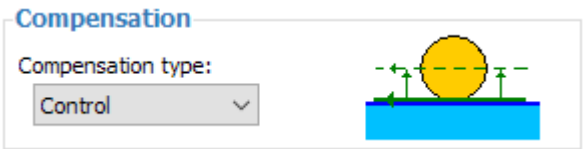
Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

5.11.4.4 Стратегия электроэрозионных операций обработки контура и операции Резка 4D

Задание множества параметров, определяющих стратегию обработки детали, производится в окне <**Параметры операции**> на странице <**Стратегия**>. Открытие окна производится с помощью кнопки <**Параметры**>, расположенной на закладке <**Технология**>. На странице представлено множество панелей с полями ввода и поясняющими рисунками. Состав панелей определяется типом текущей операции.

Операции электроэрозионной обработки контура включают следующий набор параметров:

- <**Тип коррекции**> – определяет способ, при помощи которого формируется смещение проволоки относительно заданного контура.



Доступны следующие типы коррекции:

- <**Компьютер**> – система сама рассчитывает уже откорректированную траекторию перемещения проволоки и коды включения коррекции в управляющую программу не выводятся. В регистры, отвечающие за величину коррекции, значения смещений не заносятся.
- <**Стойка**> – система выводит в управляющую программу коды включения коррекции, и не рассчитывает смещение проволоки. В регистры, отвечающие за величину

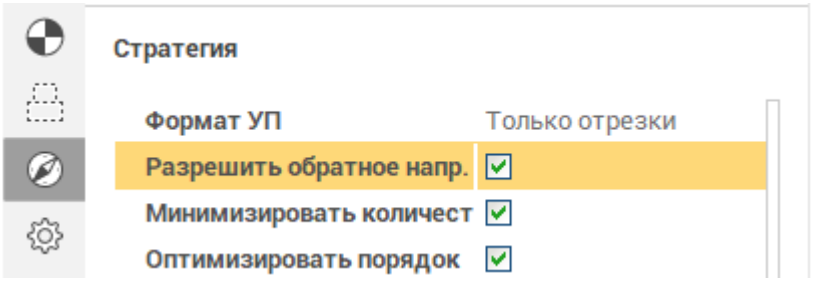
коррекции, заносятся значения смещений для каждого прохода. Коррекция полностью рассчитывается стойкой ЧПУ.

- <**Оба**> – система выводит в управляющую программу траекторию уже с учетом смещений, но при этом в управляющую программу выводятся также и коды включения коррекции. Регистры, отвечающие за величину коррекции, системой не заполняются.
- <**Оба с инверсией**> – коррекция рассчитывается аналогично типу <**Оба**>, но направление коррекции меняется на противоположное.
- <**Выключена**> – смещение проволоки относительно заданного в рабочем задании контура не производится. Коды коррекции в управляющую программу не выводятся. Регистры, отвечающие за величину коррекции, системой не заполняются.

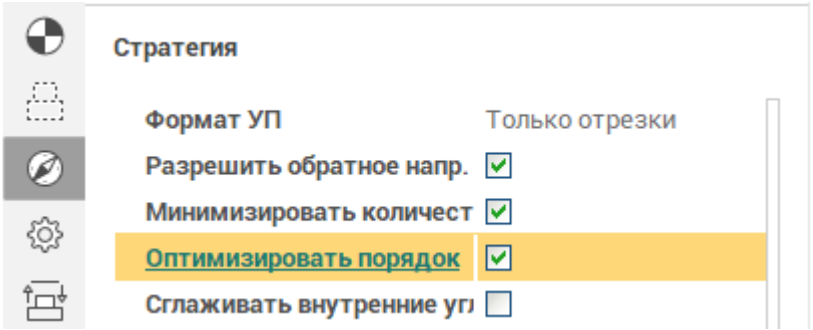
Величина коррекции для каждого прохода определяется как <Величина смещения(see page 1352)>, заданная в окне <**Режимы**> для конкретного прохода, плюс величина припуска, заданная в параметрах операции. Для типов коррекции <**Компьютер**>, <**Оба**> и <**Оба с инверсией**> на данную величину системой строится эквидистанта, а для случая <**Стойка**> эта величина заносится в регистр с номером равным <Коду смещения(see page 1352)>, указанному для соответствующего прохода в окне <**Режимы**>.

Направление коррекции устанавливается для каждого контура индивидуально внутри рабочего задания операции(see page 1332), в зависимости от типа контура: <**Выступ**> или <**Отверстие**>.

- <**Переменное направление проходов**> – при включении данной опции система будет выбирать то направление обхода контура, которое обеспечивает наименьшую длину траектории. Если опция выключена, то направление обхода всегда будет соответствовать тому, которое указано в рабочем задании(see page 1333) для данного контура.



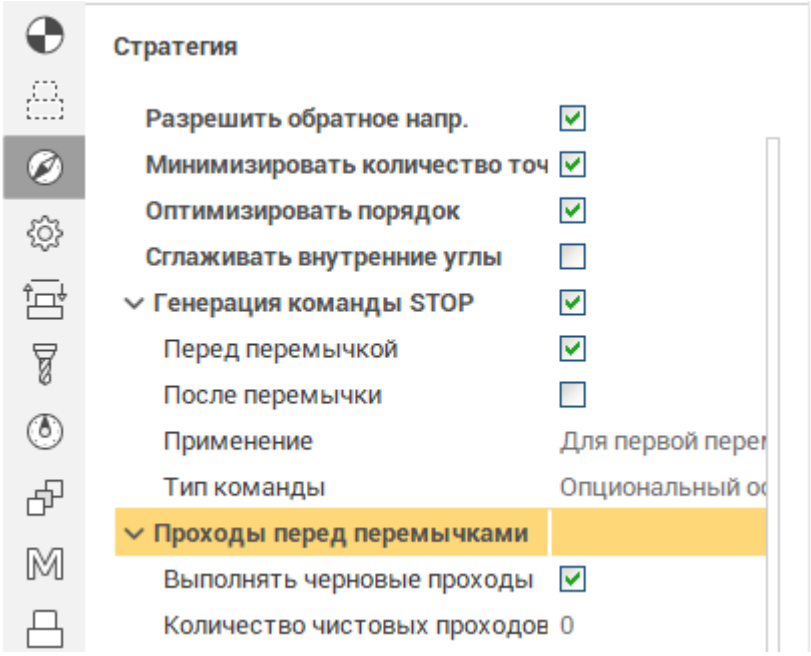
- <**Оптимизировать порядок обработки**> – параметр определяет последовательность обхода контуров, в случае, если в рабочем задании указано более одного контура. При включенном параметре последовательность обхода выбирается таким образом, чтобы длина переходов между контурами была минимальной. Если параметр выключен, то последовательность обхода будет соответствовать порядку расположения контуров в рабочем задании операции(see page 1332).



- <**Проходы до перемычек**> – параметры на этой панели определяют количество проходов, которое будет выполнено для каждого контура рабочего задания перед тем, как будет произведена обрезка перемычек. Если формирование перемычек

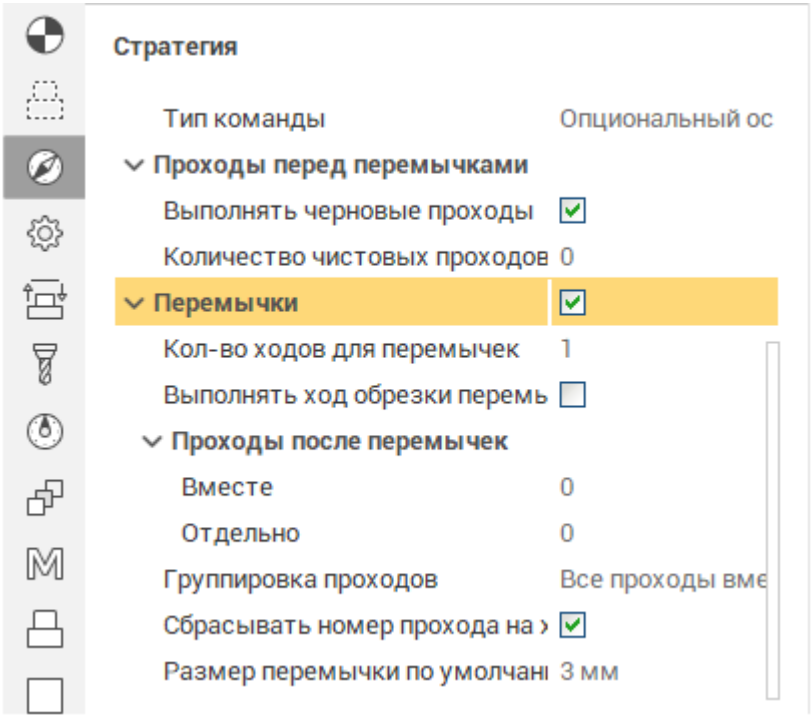
© 2025 ООО СПРУТ Технология

отключено, то данные параметры определяют общее количество проходов для каждого контура. Если опция <Выполнять черновой проход> включена, то для каждого конура будет выполнен один черновой проход, а также столько чистовых проходов, сколько определено в поле <Число чистовых проходов>. При выключении данной опции ни черновой, ни чистовые проходы до обрезки перемычек не выполняются. Приближенная последовательность выполнения проходов, в зависимости от установленных параметров, отображается на информационной панели <Список проходов(see page 1356)>.



- <**Перемычки**>. В некоторых случаях, например, если рабочее задание представляет собой ряд замкнутых контуров, проход по полному контуру детали может привести к нежелательным выпадениям частей заготовки. Система предоставляет определенный набор параметров, позволяющих оставлять на заготовке специальные недоработанные участки, называемые перемычками. При достижении проволокой подобных участков, системой будут формироваться технологические остановы(see page 1356), после которых должны быть предприняты некоторые дополнительные меры по фиксации определенных участков заготовки. Затем недоработанные перемычки могут быть автоматически подрезаны. Параметры и расположение перемычек на контурах следует указывать в рабочем задании операции(see page 1347). На панели <**Перемычки**> задаются параметры, определяющие количество проходов для обрезки перемычек, количество проходов для зачистки контура после обрезки перемычек, а также параметры определяющие последовательность выполнения данных проходов. Если опция <**Включить**> не установлена, то обрезка перемычек не выполняется, как не выполняются и чистовые проходы после обрезки перемычек. Соответственно, все поля на панели становятся недоступными.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



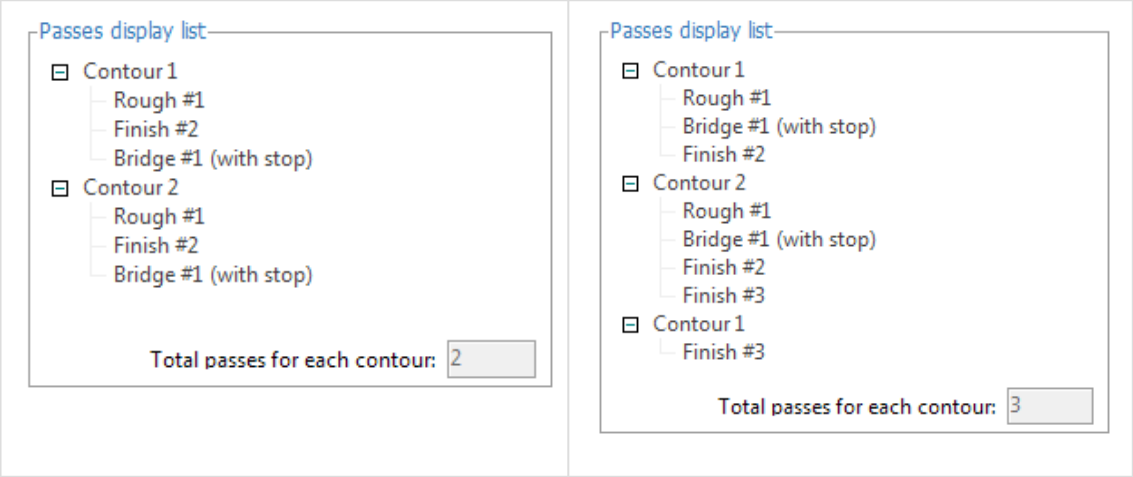
В поле <**Число проходов для перемычек**> задается количество проходов, которое будет выполнено для обрезки каждой перемычки каждого контура. Если при этом установлена опция <**Сбрасывать номер прохода на перемычках**>, то отсчет номера прохода, который определяет условия резания, будет производится с начала, т.е. с того значения, которое установлено на закладке <**Режимы**> в поле <Нач. № прохода(see page 1352)>. Иначе отсчет номера прохода будет продолжен. То есть, если последний проход до обрезки перемычек имел номер N, то первому проходу обрезки перемычки будет присвоен номер N+1, второму – N+2 и т.д.

При выключенной опции <**Срезать перемычки на чистовом проходе**> после выполнения последнего прохода до обрезки перемычек будет выполнен отход. Затем будет осуществлен подход в точку начала перемычки и будет произведена ее обрезка. Если опцию <**Срезать перемычки на чистовом проходе**> включить, то отход на последнем проходе до обрезки перемычек произведен не будет, а будет сразу выполнена обрезка перемычки.

Поля <**Совместные проходы после перемычек**> и <**Раздельные проходы после перемычек**> вместе определяют количество чистовых проходов после обрезки перемычек, которое будет выполнено по всей длине каждого контура из рабочего задания для зачистки получаемой поверхности детали. Различаются эти параметры последовательностью выполнения проходов в случае, если количество контуров больше 1. Пример последовательности для каждого из типов чистовых проходов показан на рисунке ниже.

Последовательность выполнения "совместных" проходов:	Последовательность выполнения "раздельных" проходов:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

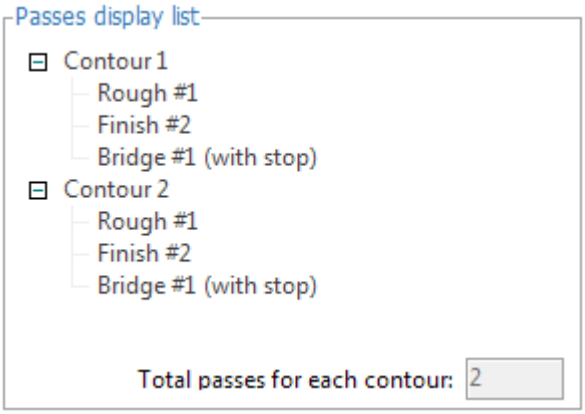


В выпадающем списке <**Группировка проходов**> можно выбрать способы группировки различных типов проходов для случая наличия в рабочем задании нескольких контуров. В списке доступны следующие пункты:

- <**Все проходы вместе**> – все черновые проходы, проходы обрезки перемычек и чистовые проходы выполняются сначала для одного контура, лишь затем происходит переход к следующему контуру.
- <**Перемычки и чистовые вместе**> – сначала выполняются черновые проходы для всех контуров, затем проходы обрезки перемычек и чистовые проходы выполняются вместе для каждого контура.
- <**Черновые, перемычки и чистовые раздельно**> – сначала для всех контуров выполняются черновые проходы без обрезки перемычек, затем для всех контуров производится обрезка перемычек без выполнения чистовых проходов и, наконец, выполняются чистовые проходы для всех контуров.

Приближенная последовательность выполнения проходов, в зависимости от установленных параметров отображается на информационной панели <**Список проходов**>.

- <**Список проходов**>. На странице <**Стратегия**> для эрозионных операций обработки контура представлено множество параметров, переключая которые можно управлять способом и порядком обработки контуров рабочего задания. Для лучшего понимания влияния того или иного параметра на последовательность обработки в том же окне расположена информационная панель <**Список проходов**>. При изменении какого-либо параметра, влияющего на стратегию обработки, меняется также и содержимое данной информационной панели. Большую часть панели занимает область просмотра в виде двухуровневого дерева проходов. В данном дереве элементами верхнего уровня отображаются номера контуров, а элементами нижнего уровня отображаются типы проходов с указанием номера, который определяет условия резания для соответствующего прохода. В нижней части панели находится поле, служащее для отображения наибольшего для каждого контура номера прохода, определяющего условия резания.

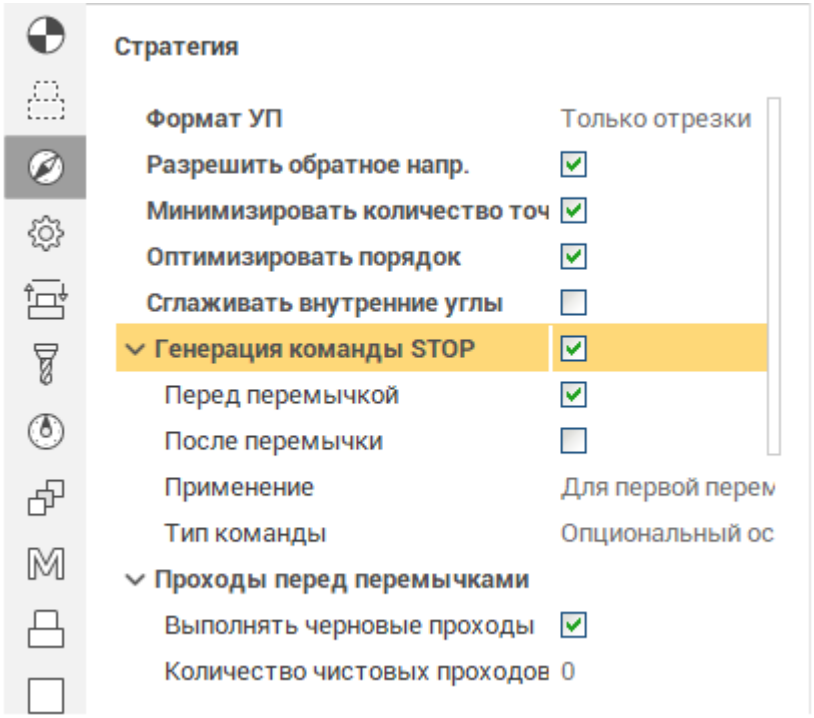


***Примечание**: Информационная панель <**Список проходов**> служит только для отображения информации. Все поля, находящиеся на ней, доступны только для чтения. Управлять содержимым окна можно лишь при помощи параметров, расположенных на других панелях того же окна. Информация, показываемая на панели, является приближенной и может не соответствовать реальной последовательности обработки, так как при ее формировании не учитывается действительная геометрия контуров, находящихся в рабочем задании операции. С целью исключения необходимости заполнения окна параметров лишь после указания рабочего задания операции, список проходов заполняется всегда на примере двух абстрактных контуров.*

***Примечание**: При задании количества проходов в стратегии необходимо внимательно следить за тем, чтобы максимальный номер прохода в поле <**Всего проходов для каждого контура**> совпадал с количеством проходов, определенных при задании условий резания на закладке <Режимы(see page 1352)>. В случае несоответствия количества проходов на детали может оставаться недоработанный материал.*

- <**Параметры останова**>. Опции, расположенные на этой панели, позволяют регулировать вывод команд технологического останова в управляющую программу на проходах обрезки перемычек. Команды технологического останова выводятся в управляющую программу только при выставленной опции <**Включить**>. Следующие две опции определяют момент вывода останова. При наличии галочки в поле <**Перед перемычкой**> команда останова будет выведена после выполнения подхода к началу перемычки, т.е. перед ее обрезкой. При наличии галочки в поле <**После перемычки**> команда останова будет выведена после выполнения обрезки, но перед выполнением отхода из конечной точки перемычки в точку обрезки проволоки. Эти опции работают независимо, т.е. могут быть выставлены одновременно.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

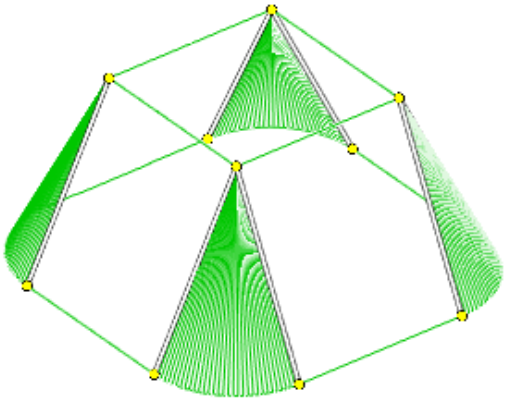
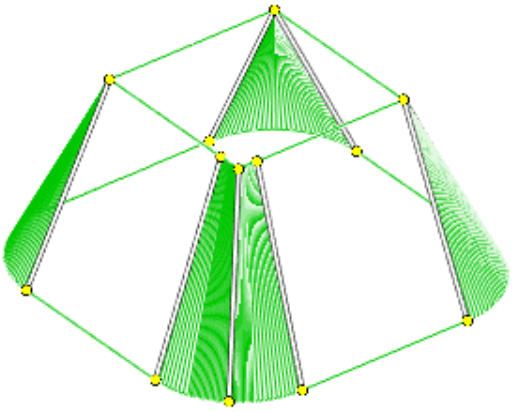


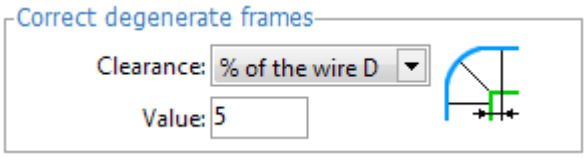
Выпадающий список <**Использование**> определяет, для каких перемычек следует использовать технологические остановы. Возможны следующие варианты:

- <**Для каждой перемычки**> – команды технологического останова будут выводиться в управляющую программу при обрезке каждой перемычки, заданной в операции.
- <**Для первой перемычки в контуре**> – команды технологического останова будут выводиться в управляющую программу только при достижении первой перемычки каждого контура.
- <**Для первой перемычки в операции**> – команда технологического останова выводится в управляющую программу только при обрезке первой перемычки данной операции.

Параметр <**Тип команды**> определяет конкретный тип выводимой команды технологического останова и может принимать два значения:

- <**Опциональный останов (M01**)> – команда "опциональный" или "дополнительный" останов позволяет, в отличие от обычной команды останова, переключателем в стойке ЧПУ указывать необходимость прерывания выполнения управляющей программы. Обычно данной команде соответствует вспомогательный код <**M01**>.
- <**Останов (M00**)> – команда осуществляет безусловное прерывание выполнения управляющей программы. Обычно ей соответствует вспомогательный код <**M00**>.
- <**Исправлять вырожденные кадры**>. Функция исправления вырожденных кадров доступна в операции <4D электроэрозионная обработка контура (see page 1371) >. Иногда при задании соответствий элементов верхнего и нижнего контуров получаются случаи, когда элементу на одном контуре, соответствует элемент нулевой (или близкой к нулевой) длины на другом контуре. В приведенном ниже примере на рисунке слева дугам на нижнем контуре соответствуют вырожденные сегменты верхнего. Часто стойки ЧПУ не способны обрабатывать подобные случаи, т.к. им не хватает геометрической информации в вырожденных кадрах, например, для отработки коррекции. Поэтому подобных случаев следует избегать. Достигается это либо вручную при указании соответствий в рабочем задании операции (see page 1332) , либо использованием функции исправления вырожденных кадров. В последнем случае система сама распознает в контурах кадры очень малой длины и "раздвигает" их на определенную величину, как показано на приведенном рисунке справа.

Контур с вырожденными кадрами:	Контур с одним исправленным кадром:
	



На панели <**Исправлять вырожденные кадры**> можно включить или выключить функцию, а также указать величину, на которую следует раздвигать вырожденные элементы. В выпадающем списке <Зазор> доступны следующие пункты:

- <**Выкл**.> – при выборе данного пункта функция исправления вырожденных кадров отключена.
- <**Расстояние**> – функция включена. Величина зазора, вводимая в текстовом поле ниже, задается в текущих единицах измерения системы (миллиметрах или дюймах).
- <**% D проволоки**> – функция включена. Величина зазора, вводимая в текстовом поле ниже, задается в процентах от установленного диаметра проволоки.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

5.12 Резка ножом

CAM система имеет 2 специальные операции для резки ножом:

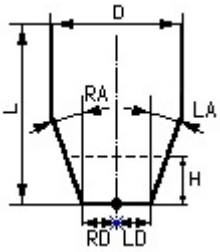
- Резка ножом 2D (see page 1364)
- Резка ножом 6D(see page 1365)

Эти операции приобретаются отдельно в качестве опции. "Резка ножом 6D" может быть включена только в конфигурации поддерживающие непрерывную многокоординатную обработку (см. Конфигурации(see page 1713)). В ознакомительной версии обе операции доступны.

Использование ножа(see page 1364) в качестве режущего инструмента требует дополнительную ось для позиционирования его вдоль направления резания.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.12.1 Режущий инструмент - "нож"



Геометрические размеры режущего инструмента типа "нож" определяются семью параметрами.

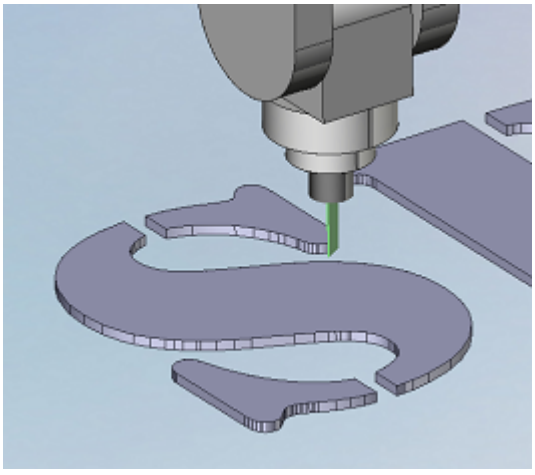
RD - расстояние от кончика инструмента до правой режущей кромки
LD - расстояние от кончика инструмента до левой режущей кромки
RA - угол наклона правой режущей кромки
LA - угол наклона левой режущей кромки
D - ширина лезвия
L - длина лезвия
H- глубина погружения по умолчанию. Эта величина стандартна для каждого типоразмера ножа и поэтому тоже хранится в базе инструментов.

Толщина ножа при расчетах принимается равной нулю. Для визуализации толщина ножа рассчитывается автоматически.

Сопутствующие ссылки:

Резка ножом(see page 1363)

5.12.2 Резка ножом 2D



Операция "резка ножом 2D" разработана для программирования вырезки ножом из листового материала. За основу взята операция "2D обработка кривой(see page 823)".

Способ указания "обрабатываемых контуров(see page 511)" и прочие параметры, не описанные в данной главе, следует смотреть в описании операции 2D обработка кривой(see page 823).

Использование "ножа(see page 1364)" в качестве режущего инструмента накладывает дополнительные требования к оборудованию. Помимо трех линейных координат X,Y,Z, станок должен иметь управляемую поворотную ось, обеспечивающую вращение ножа

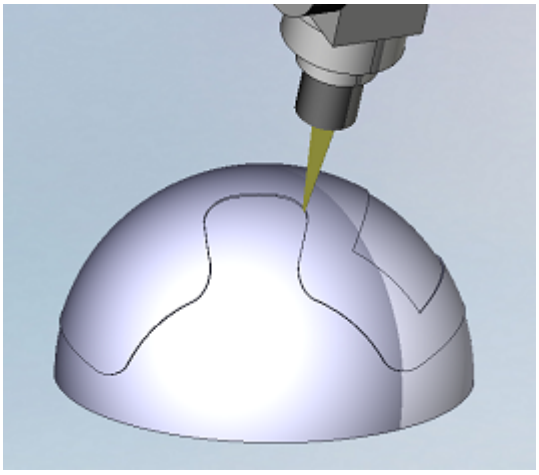
вокруг собственной оси. Соответствующая ось должна быть описана в схеме станка. При ее отсутствии, рассчитываемая траектория будет некорректной.

Поведение ножа в острых углах траектории определяется параметром "отвод в углах(see page 1365)".

Сопутствующие ссылки:

Резка ножом(see page 1363)

5.12.3 Резка ножом 6D



Операция "резка ножом 6D" разработана для программирования вырезки ножом на сложных пространственных поверхностях. За основу взята "операция 5D контур(see page 1009)".

Способ указания "обрабатываемых контуров(see page 1026)" и прочие параметры, не описанные в данной главе, следует смотреть в описании операции 5D контур(see page 1009).

В каждой точке траектории лезвие ножа(see page 1364) должно разворачиваться вдоль направления движения. Для этого необходимы все 6 степеней свободы. Соответственно станок должен иметь как минимум три линейных и три поворотных оси. Очень часто в качестве оборудования для резки ножом применяются 6ти координатные промышленные роботы. Если используемая схема станка не обеспечивает требуемое количество степеней свободы, то рассчитываемая траектория будет некорректной.

Поведение ножа в острых углах траектории определяется параметром "отвод в углах(see page 1365)".

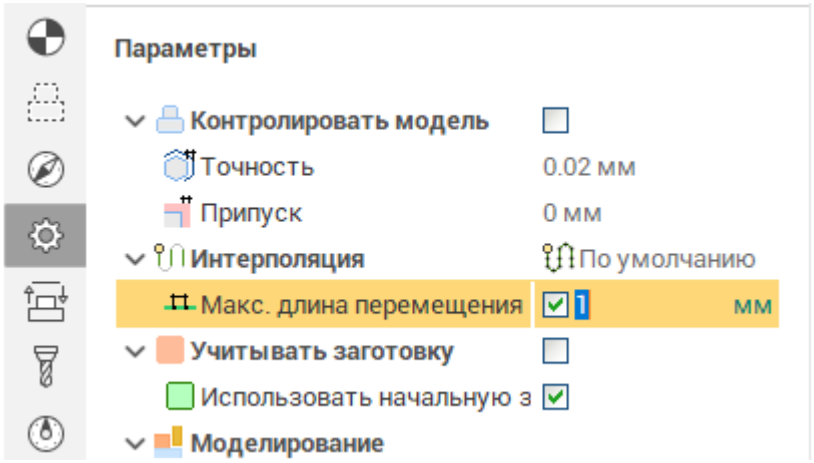
Сопутствующие ссылки:

Резка ножом(see page 1363)

5.12.4 Поведение ножа в острых углах

В каждой точке траектории лезвие ножа разворачивается вдоль направления движения. Максимальная величина поворота в пределах одного кадра ограничивается параметром "Максимальный поворот". Максимальное перемещение также ограничено параметром. (См. картинку ниже)

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Если направление движения в точке меняется более чем указанный угол, то формируется несколько кадров для разворота инструмента в точке.

Для разворота с подъемом необходимо активировать опцию <Отвод в углах> и задать величину отвода. Подъем будет осуществляться если необходимо повернуть на угол больший, чем значение "острый угол".



Сопутствующие ссылки:

Резка ножом(see page 1363)

5.13 Обработка на электроэрозионных станках

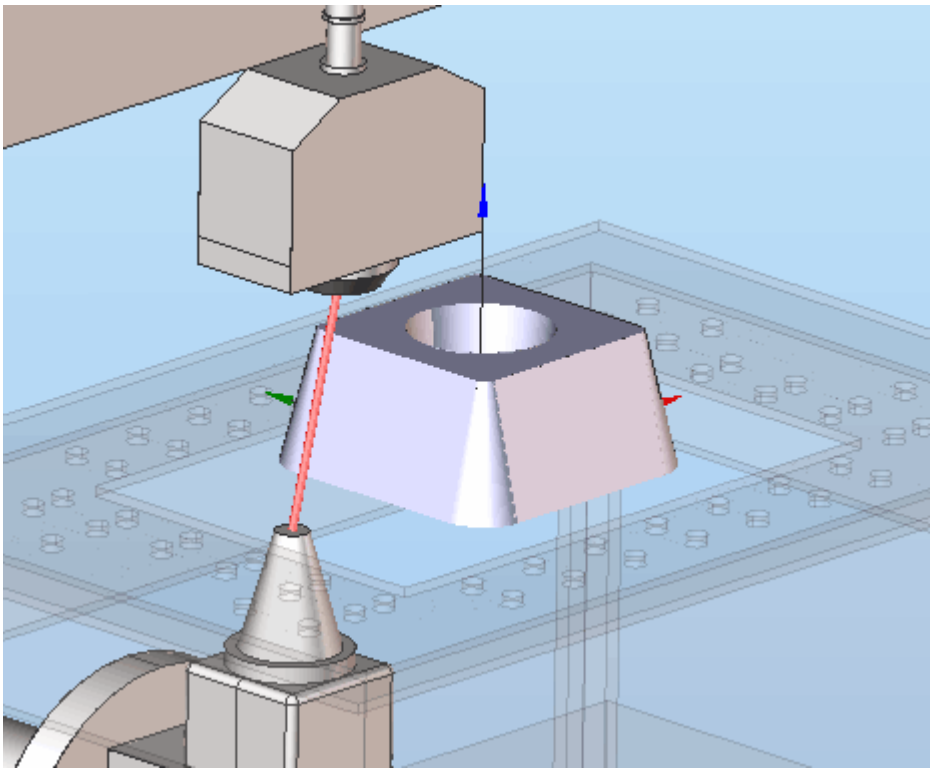
Сущностью процесса электроэрозионной резки проволокой является воздействие на деталь искровых разрядов, образующихся вследствие протекания импульсного тока с частотой от 50 герц до сотен килогерц между электродом-проволокой и деталью, находящихся в непосредственной близости друг от друга в среде жидкого диэлектрика. В результате этих разрядов из материала детали выбиваются микрочастицы, которые выносятся из межэлектродного зазора (GAP) струей диэлектрика. Кроме этого, диэлектрик играет роль катализатора процесса распада, так как при высочайшей температуре разряда диэлектрик в зоне эрозии превращается в пар. Происходит дополнительный микровзрыв пара, который не может сразу выйти из межэлектродного зазора.

С точки зрения физической химии высокое термическое воздействие разрушает кристаллическую решетку, и ионы металла отрываются от поверхности. Визуально же кажется, что проволока «разъедает» основной металл, словно кислота. Это и дало название методу, ведь с латинского «разъедание» звучит, как «эрозия». Т.о. проволока

медленно погружается в заготовку, отверстие в которой в точности повторяет контур латунного инструмента.

Электроэрозионная технология применяется, когда обработка на традиционных механических станках затруднена или нерентабельна из-за отходов, повышенной твердости материала основы.

Станки с ЧПУ для электроэрозионной обработки (EDM) – машины с числовым программным управлением (ЧПУ) для разрезания металла с применением процесса электроэрозионной резки. Станки выпускаются с 2-4х координатным перемещением электрода-проволоки, что позволяет вырезать криволинейные контуры детали с прямыми или скошенными торцами.



CAM система позволяет разрабатывать управляющие программы для электроэрозионных станков с ЧПУ с количеством осей 2-4. Основной структурной единицей технологического процесса в системе является операция, определяющая стратегию обработки. Набор эрозионных операций CAM системы включает в данный момент следующие:

- <2D электроэрозионная обработка контура(see page 1369)>,
- <4D электроэрозионная обработка контура(see page 1371)>.

Операции обработки контура предназначены для формирования траектории перемещения проволоки вдоль плоского контура (2-х и 3-х координатная обработка), либо одновременно вдоль двух контуров – верхнего и нижнего (4-х координатная). В одной операции возможно произвести обработку сразу вдоль нескольких контуров. Список контуров для обработки указывается в <Рабочем задании(see page 1332)>. Кроме геометрии, в рабочем задании можно уточнить желаемое направление прохода вдоль контура. Направление коррекции определяется автоматически в зависимости от типа элемента и направления обработки. Индивидуально для каждого контура также могут быть заданы точки начала и конца обработки, точки обрезки и заправки проволоки, значения углов конусности и некоторые другие параметры.

В начале и в конце к каждому контуру пристраиваются дополнительные участки траектории – подходы и отходы, при помощи которых достигается корректность геометрии детали в местах начала и конца обработки. Задать способы формирования этих ходов, а

© 2025 ООО СПРУТ Технология

также определить конкретные их параметры можно на страничке <Подход-Отход(see page 1343)> окна параметров операции.

Обычно для обеспечения определенной чистоты поверхности детали вдоль каждого контура необходимо совершить сразу несколько проходов. CAM система позволяет формировать различные типы подобных проходов: черновые, чистовые, ходы обрезки перемычек, зачистные ходы после обрезки перемычек и т.п. Включение или выключение данных типов проходов, а также определение дополнительных параметров, определяющих стратегию обработки, производится на страничке <Стратегия(see page 1356)> окна параметров операции. Здесь можно настроить последовательность обработки, оптимизировать направления проходов, указать способ формирования коррекции на радиус проволоки, разрешить вывод команд технологических остановов в управляющую программу и др.

Современные системы ЧПУ для электроэрозионной обработки позволяют закладывать в стойку таблицу заранее определенных режимов резания для каждого прохода проволоки вдоль контура. В процессе же обработки указанием специального кода условий резания выбирается один из табличных наборов. CAM система поддерживает подобный способ задания режимов резания в своих эрозионных операциях. Работа с таблицами условий обработки производится на странице <Режимы(see page 1352)> окна параметров операции. На данной странице в зависимости от толщины и материала заготовки, материала и диаметра проволоки, требуемой чистоты поверхности детали для каждого прохода могут быть отдельно подобраны условия резания, величина смещения проволоки (припуск, индивидуальный для каждого прохода, учитывающий радиус проволоки, пережоги, зависящие от мощности искровых разрядов и т.п.) и другие параметры. Таблицы условий обработки могут либо выбираться из специальных библиотек режимов резания, либо заполняться в каждой операции заново. Работа с библиотеками режимов обработки производится в этом же окне.

Специфические для каждой конкретной операции свойства задаются на страничке <Параметры> окна параметров операции. Вследствие этого вид окон несколько различается для <2D обработки контура(see page 1369)> и для <4D обработки контура(see page 1371)>.

При обработке деталей, в которых имеются повторяющиеся фрагменты (однотипные отверстия, пазы, карманы, выступы и т.п.), целесообразно применять функцию <Размножения траектории(see page 664)>. Она позволяет значительно сократить время расчета и уменьшить время на отладку управляющей программы. Параметры, позволяющие настроить размножение траектории операции располагаются на страничке <Преобразования> окна параметров.

Сопутствующие ссылки:

Операция "2D электроэрозионная обработка контура"(see page 1369)

Операция "4D электроэрозионная обработка контура"(see page 1371)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Режимы обработки в эрозионных операциях(see page 1352)

Подходы-отходы в эрозионных операциях(see page 1343)

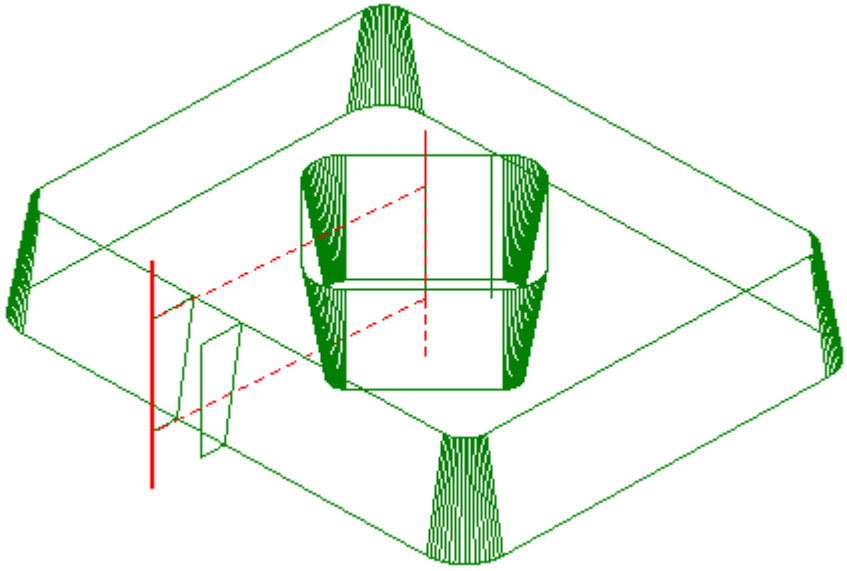
Стратегия электроэрозионных операций обработки контура(see page 1356)

5.13.1 Технологические операции для электроэрозионной обработки

Смотри вложенные страницы

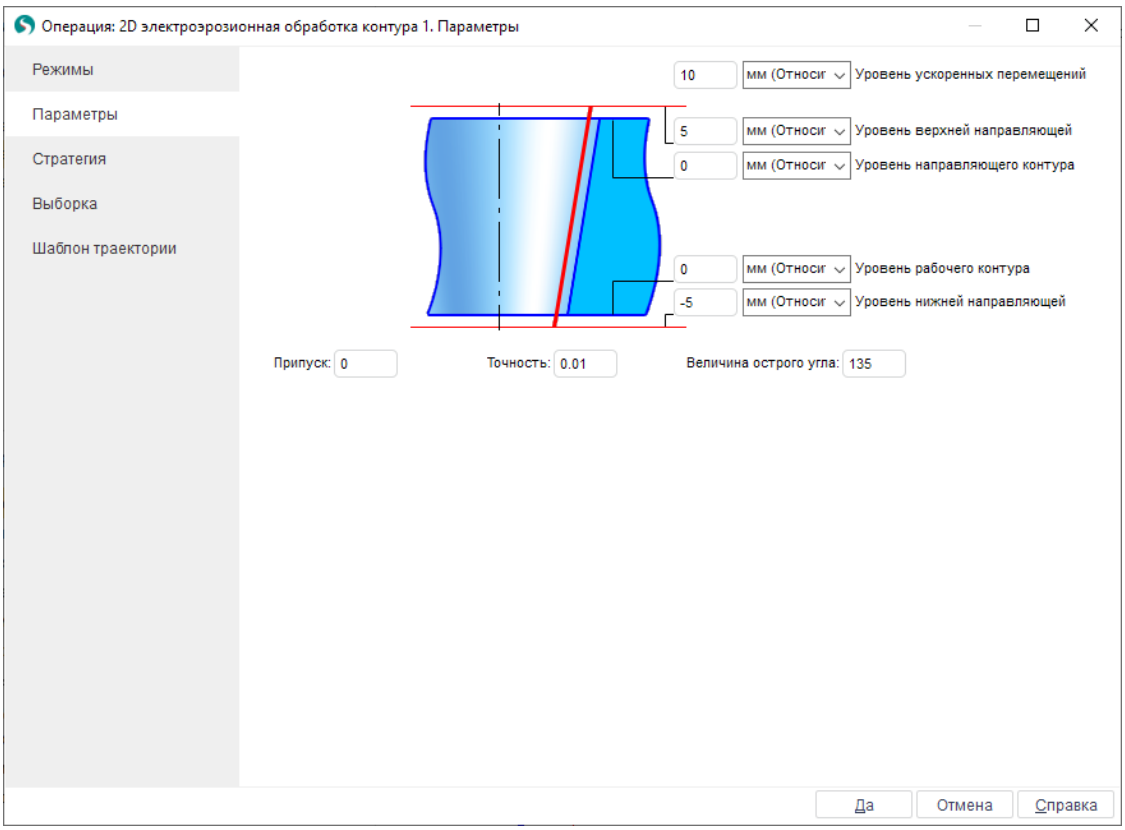
5.13.1.1 Операция "2D электроэрозионная обработка контура"

Операция <2D электроэрозионная обработка контура> предназначена для формирования траектории перемещения проволоки вдоль плоского контура (2-х координатная обработка), а также перемещения вдоль плоского контура с определенным углом наклона проволоки (конусная или 3-х координатная обработка). Получаемая траектория перемещения проволоки, таким образом, основывается на контурах, лежащих в одной плоскости, в отличие от 4-х координатной обработки(see page 1371), где отдельно должны указываться контура, которые описывает проволока в нижней плоскости (плоскости рабочего контура XY) и в верхней плоскости (плоскости направляющего контура UV).



Специфические для каждой операции опции задаются в окне параметров операции на странице <Параметры>.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Здесь можно отредактировать следующие свойства операции:

- <Уровни обработки>:
- <Уровень ускоренных перемещений> – определяет координату Z плоскости, в которой совершаются ускоренные перемещения. Может располагаться выше, чем рабочие уровни, для того, чтобы ускоренные перемещения могли совершаться в плоскости, свободной от различного рода приспособлений и оснастки.
- <Уровень верхней направляющей> – используется для установки плоскости перемещения верхней направляющей электроэрозионного станка.
- <Уровень направляющего контура> – определяет плоскость, в которой располагается верхний направляющий (UV) контур при 4-х координатной обработке. При 2D обработке задает уровень, на котором будет отрисовываться "виртуальный" верхний контур.
- <Уровень рабочего контура> – уровень Z плоскости XY, в которой обычно располагается нижний рабочий контур (программный контур).
- <Уровень нижней направляющей> – используется для установки плоскости перемещения нижней направляющей электроэрозионного станка.
- <Припуск> – задаётся величина дополнительно оставляемого припуска, общего для всех контуров операции. Способ учета величины припуска зависит от используемого режима коррекции на радиус проволоки(see page 1356), указанного на странице <Стратегия>. Величина коррекции для каждого прохода определяется как <Величина смещения(see page 1352)>, заданная в окне <Режимы> для конкретного прохода, плюс величина <Припуска>. Для режимов коррекции <Компьютер(see page 1356)>, <Оба(see page 1356)> и <Оба с инверсией(see page 1356)> на данную величину системой строится эквидистанта, а для режима <Стойка(see page 1356)> эта величина заносится в регистр с номером, равным <Коду смещения(see page 1352)>, указанному для соответствующего прохода в окне <Режимы>.
- <Точность> – представляет собой точность расчетов и определяет максимальное отклонение аппроксимированной траектории перемещения проволоки от идеальной. При указании высокой точности время расчетов может значительно

увеличиться. Если же точность слишком занижена, то на детали могут появляться нежелательные зарезы.

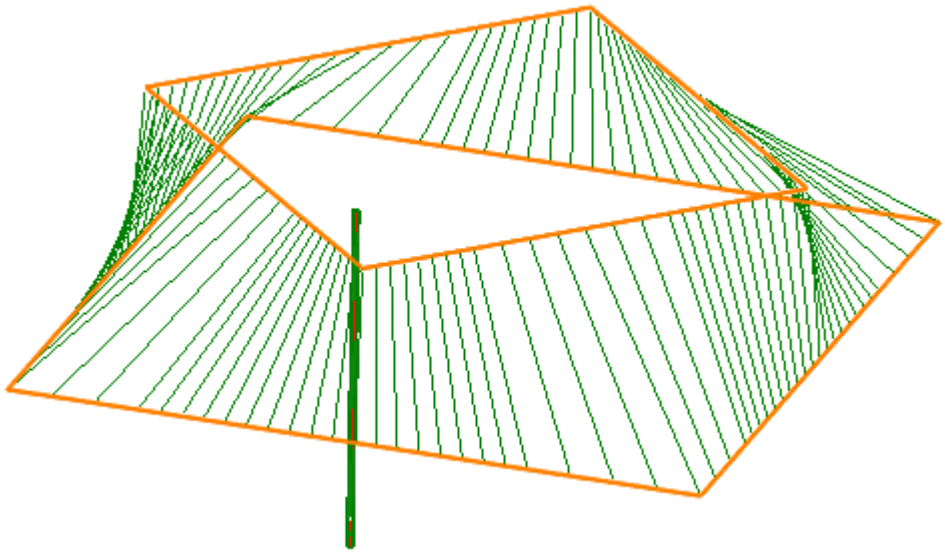
- <Величина острого угла> позволяет регулировать, какие именно углы можно считать острыми, и, соответственно, какие углы необходимо сглаживать. Если угол по абсолютному значению оказывается больше чем <Величина острого угла>, то он не считается острым и не сглаживается.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

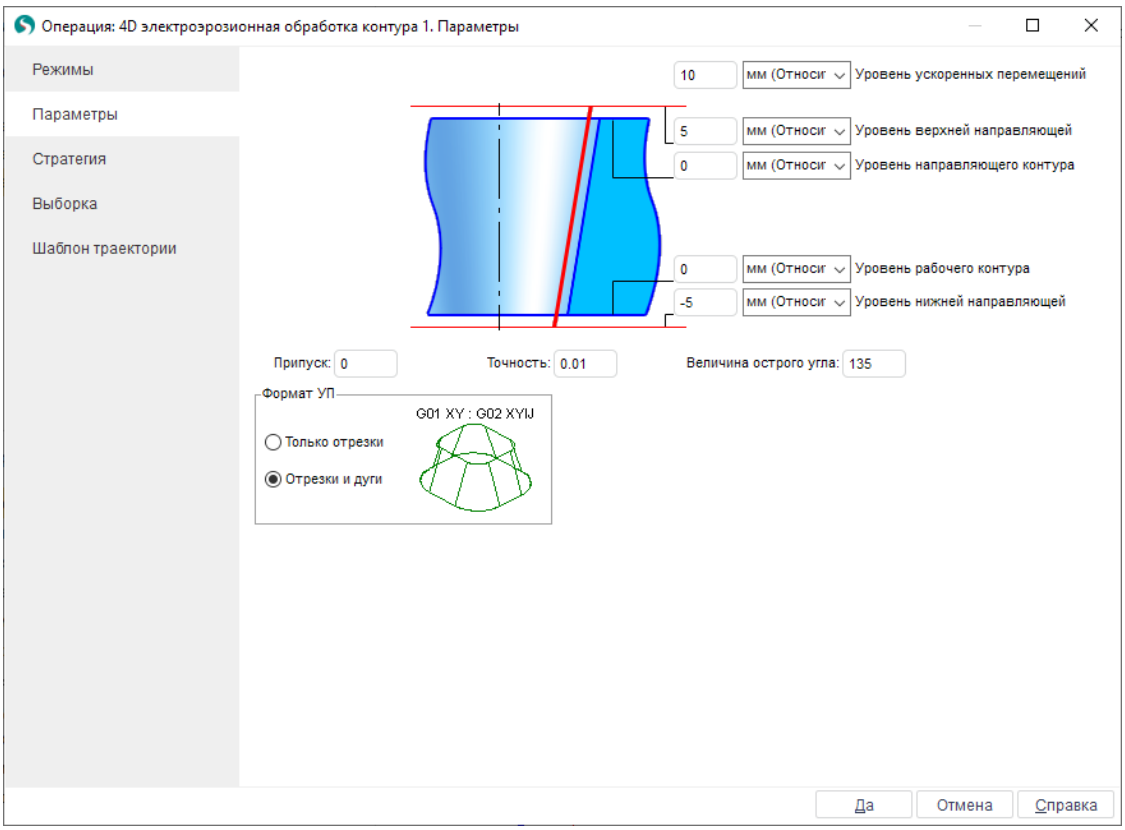
5.13.1.2 Операция "4D электроэрозионная обработка контура"

Операция < 4D электроэрозионная обработка контура > предназначена для формирования траектории перемещения проволоки вдоль двух плоских контуров одновременно. Один из этих контуров задает перемещения нижней направляющей станка (точнее перемещения в плоскости рабочего контура XY), а второй – перемещения верхней направляющей станка (или перемещения в плоскости направляющего контура UV). Таким образом, в данной операции, в отличие от < 2D обработки(see page 1369) >, верхний и нижний концы проволоки могут описывать совершенно разную траекторию.



Специфические для каждой операции опции задаются в окне параметров операции на странице < Параметры >.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

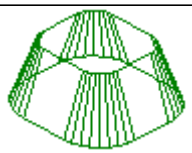


Здесь можно отредактировать следующие свойства операции:

- < Уровни обработки >:
- < Уровень ускоренных перемещений > – определяет координату Z плоскости, в которой совершаются ускоренные перемещения. Может располагаться выше, чем рабочие уровни, для того, чтобы ускоренные перемещения могли совершаться в плоскости, свободной от различного рода приспособлений и оснастки.
- < Уровень верхней направляющей > – используется для установки плоскости перемещения верхней направляющей электроэрозионного станка.
- < Уровень направляющей контура > – определяет плоскость, в которой располагается верхний направляющий (UV) контур.
- < Уровень рабочего контура > – уровень Z плоскости XY, в которой располагается нижний рабочий контур (программный контур).
- < Уровень нижней направляющей > – используется для установки плоскости перемещения нижней направляющей электроэрозионного станка.
- < Припуск > – задаёт величину дополнительно оставляемого припуска, общего для всех контуров операции. Способ учета величины припуска зависит от используемого режима коррекции на радиус проволоки(see page 1356) , указанного на странице < Стратегия >. Величина коррекции для каждого прохода определяется как < Величина смещения(see page 1352) >, заданная в окне < Режимы > для конкретного прохода, плюс величина припуска. Для типов коррекции < Компьютер(see page 1356) >, < Оба(see page 1356) > и < Оба с инверсией(see page 1356) > на данную величину системой строится эквидистанта, а для случая < Стойка(see page 1356) > эта величина заносится в регистр с номером, равным < Коду смещения(see page 1352) >, указанному для соответствующего прохода в окне < Режимы >.
- < Точность > – представляет собой точность расчетов и определяет максимальное отклонение аппроксимированной траектории перемещения проволоки от идеальной. При указании высокой точности время расчетов может значительно увеличиться. Если же точность слишком занижена, то на детали могут появляться нежелательные зарезы.

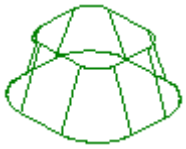
- < Формат УП > – формат управляющей программы. На панели можно выбрать один из следующих форматов представления управляющей программы:
- < Только отрезки > – в случае выбора данного формата все дуги окружностей, которые присутствовали в исходных контурах будут аппроксимированы отрезками. Управляющая программа может содержать только линейные перемещения. Кадры управляющей программы в этом случае одновременно содержат координаты точки нижнего контура (X и Y) и координаты точки верхнего контура (U и V). Кадр может выглядеть следующим образом:

```
G01 X65.852 Y-89.422 U-3.902 V19.616
```



- < Отрезки и дуги > – в управляющей программе могут присутствовать как отрезки, так и дуги окружностей. Обычно каждый кадр управляющей программы в данном формате состоит из двух частей, разделенных двоеточием. Слева от двоеточия располагаются перемещения для нижнего контура, а справа – для верхнего. Кадр будет выглядеть приблизительно так:

```
G03 X60. Y90. I-30. J0. : G03 X60. Y70. I-10. J0.
```



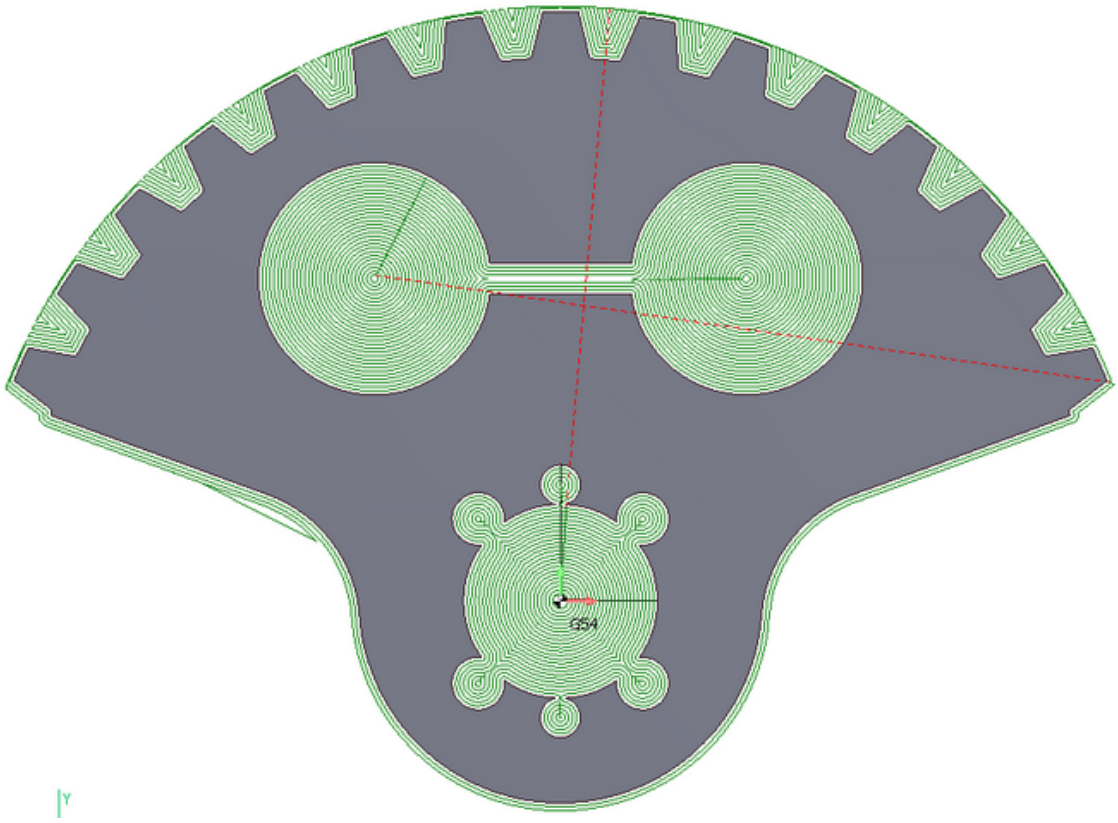
Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

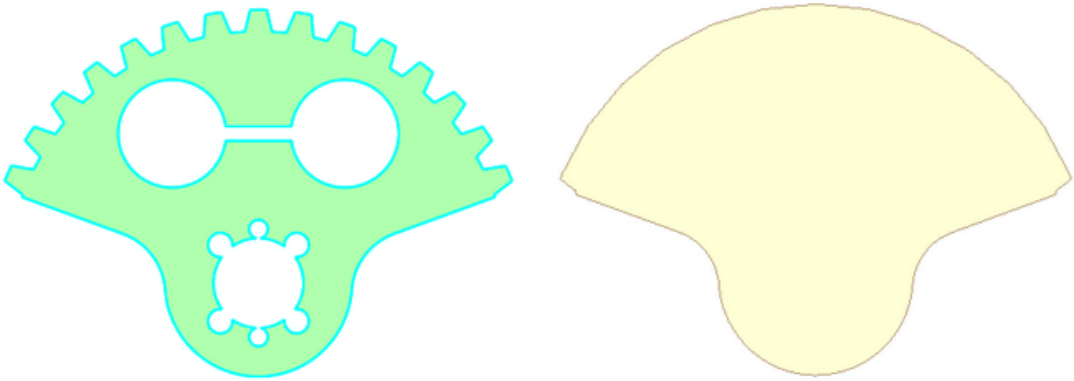
5.13.1.3 Электроэрозионная выборка

Электроэрозионная выборка предназначена для удаления материала из областей без образования выпадающих кусков металла. Траектория проволоки обычно начинается в предварительно выполненных отверстиях расположенных ближе к центру заготовки и состоит из эквидистантных или зигзагообразных проходов, последовательно выбирающих весь материал, находящийся внутри карманов.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



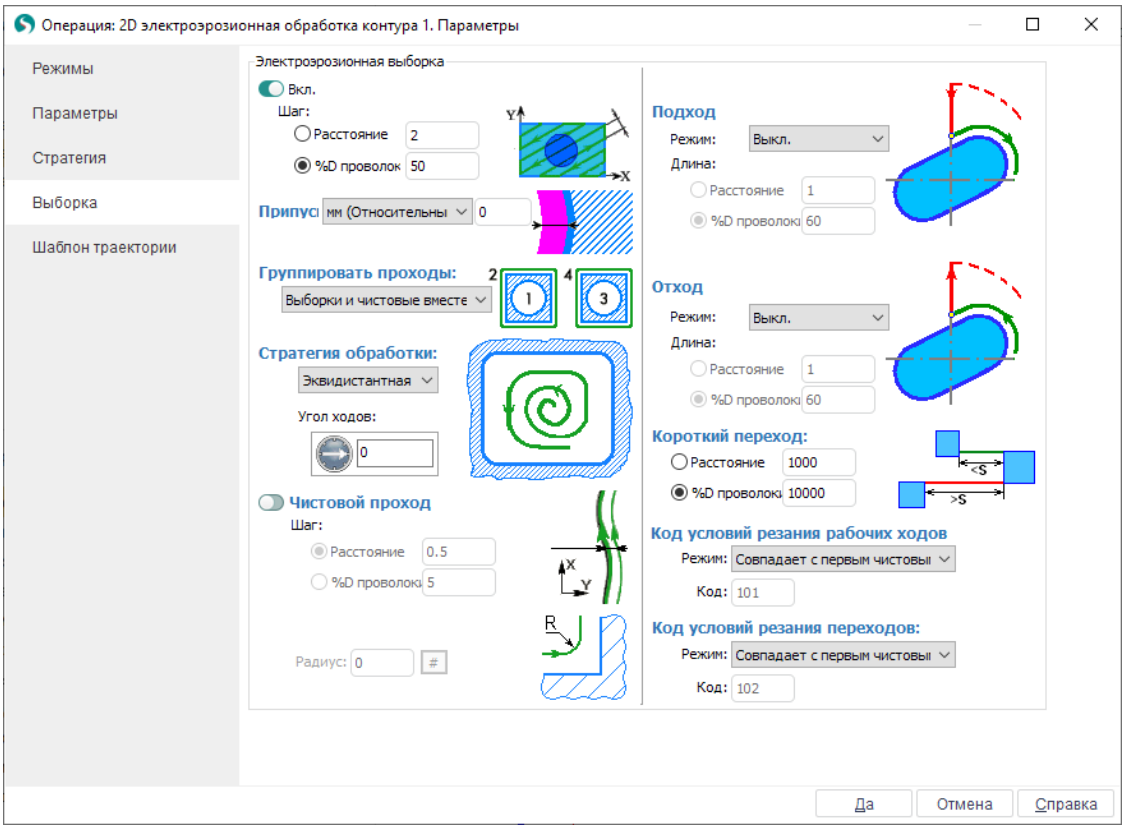
При использовании выборки в рабочем задании(see page 1332) следует указывать замкнутые контура. Эти контура могут быть вложены друг в друга и описывать как островки, так и отверстия (карманы). Кроме рабочего задания для правильного расчета траектории выборки должна быть указана заготовка(see page 732).



Рабочее задание	Заготовка

Электроэрозионная выборка представляет собой не отдельную операцию CAM системы, а выполнена как дополнительная опция, которая включается внутри существующих операций 2D(see page 1369) и 4D электроэрозионной обработки контура(see page 1371). Таким образом, электроэрозионная выборка осуществляет черновое удаление материала, а следующие после нее ходы обработки контура выполняют чистовую доработку детали с применением специальных условий резания.

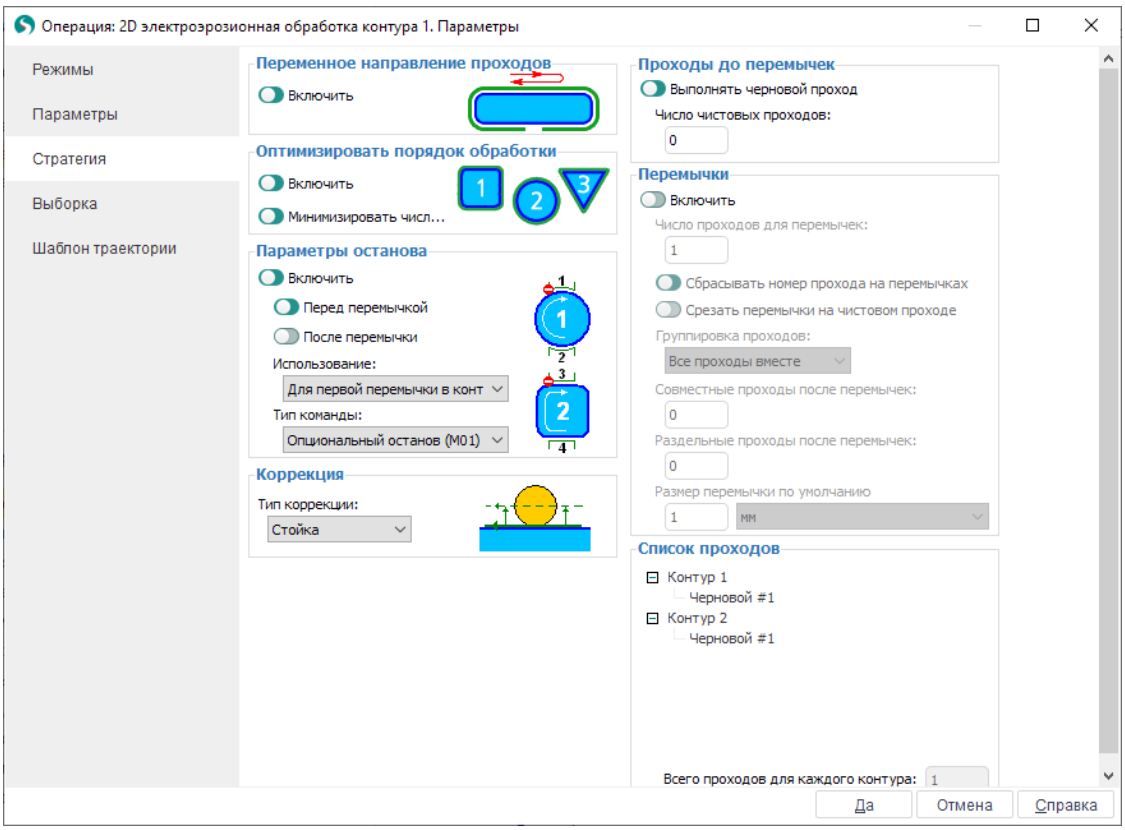
Включить выборку можно в окне параметров электроэрозионных операций на странице "Выборка" при помощи соответствующей галочки.



При включении галочки становятся доступными панели для редактирования параметров выборки таких как шаг и стратегия обработки, способы группировки проходов и т.д. Многие из этих параметров аналогичны соответствующим параметрам внутри фрезерных операций выборки.

Если в электроэрозионной операции требуется выполнить только черновую выборку материала без выполнения чистовых проходов вдоль контура, то следует выключить галочку "Выполнять черновой проход" на странице "Стратегия" окна параметров операции.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Сопутствующие ссылки:

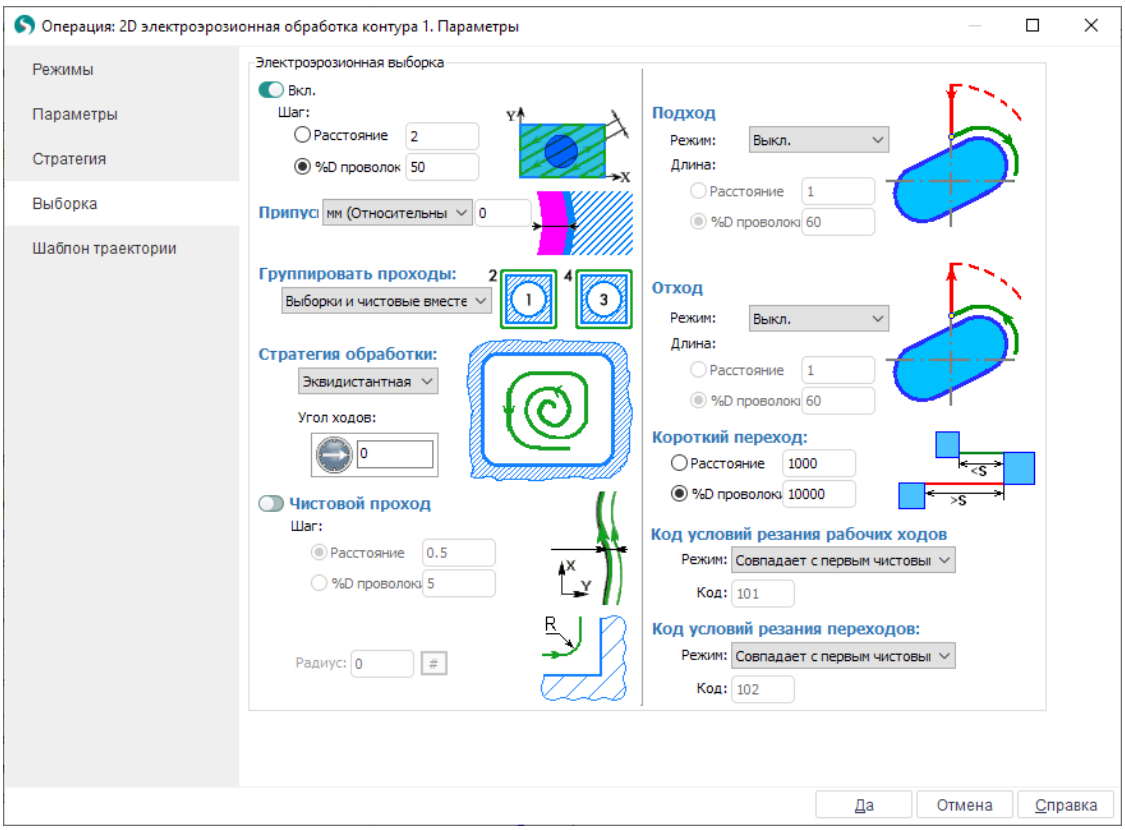
Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Параметры электроэрозионной выборки(see page 1376)

Точки захода(see page 1379)

Параметры электроэрозионной выборки

Включить выборку можно в окне параметров электроэрозионных операций на странице "Выборка" при помощи соответствующей галочки.



<Стратегия обработки> позволяет определить форму траектории проволоки. При выборе стратегии "эквидистантная" форма рабочих ходов будет повторять форму исходных контуров детали. Если же выбрана "параллельная" стратегия, то рабочие ходы будут представлять собой параллельные линии. В последнем случае можно дополнительно указать угол наклона этих параллельных линий в плане.

<Шаг обработки> определяет расстояние между двумя соседними рабочими ходами. Для удобства величина шага может быть задана несколькими способами.

- Действительным значением шага (Расстояние). Значение задается абсолютной величиной и никак не меняется при корректировке других параметров.
- В процентах от диаметра проволоки (%D проволоки). Действительное значение шага составляет указанное количество процентов от диаметра проволоки и, соответственно, меняется при смене проволоки.

При включении опции <Чистовой проход> на детали будет оставлен дополнительный небольшой припуск который будет снят последним чистовым проходом, который всегда выполняется вдоль исходного контура (по эквидистанте). Это позволяет, например, удалить гребешок от параллельных черновых проходов, если указана параллельная стратегия обработки, и получить более высокое качество готовой поверхности. Данный припуск откладывается относительно базового припуска на чистовую обработку(see page 1376).

Параметр <Припуск> позволяет задать величину материала, который следует оставить для обработки чистовыми проходами вдоль контура. Припуск также позволяет обеспечить необходимый запас для компенсации несоответствия диаметра проволоки величине выжигаемого материала. Он может быть задан несколькими способами.

- Абсолютный. В данном случае припуск указывается в текущих единицах измерения системы (миллиметрах или дюймах) и откладывается относительно исходного контура, указанного в рабочем задании.
- Относительный. При относительном способе задания припуск также указывается в текущих единицах измерения (миллиметрах или дюймах), однако откладывается он

© 2025 ООО СПРУТ Технология

с учетом количества чистовых проходов вдоль контура и величины смещения(see page 1352), заданной для них. Кроме того дополнительно прибавляется величина радиуса проволоки.
- В процентах от диаметра проволоки. Припуск, как и в абсолютном случае, откладывается относительно исходного контура, указанного в рабочем задании. Однако величина его задается в процентах от диаметра проволоки.

Режим <Сглаживать углы(see page 1376)> обеспечивает скругление траектории при обработке внутренних углов, что снижает вибрации и увеличивает скорость обработки. Параметр "Радиус" задает величину радиуса дуг окружностей, которые будут добавляться в траекторию на место углов. Отдельно можно указать на необходимость выполнения сглаживания на последнем проходе.

Если в операции одновременно включены черновые проходы (выборка) и чистовые проходы вдоль контура, то можно дополнительно указать в какой последовательности следует выполнять обработку. Для этого предназначен параметр <Группировать проходы>. При выборе пункта "Выборки и чистовые вместе" переход к обработке следующего контура не будет произведен пока не будет полностью обработан данный контур. Сначала будут выбраны все карманы, которые мешают обработке данного контура, затем сразу же будет выполнена чистовая обработка данного контура. Если выбран пункт "Выборки и чистовые отдельно", то сначала будет произведена черновая выборка всех карманов, и только затем будут выполнены чистовые проходы вдоль контуров.

Параметр <Короткий переход> определяет способ построения перехода(see page 744) при соединении рабочих ходов(see page 744). В том случае если соединяемые точки траектории находятся на расстоянии больше указанной величины, то переход выполняется на ускоренной подаче с обрывом проволоки. В противном случае переход выполняется по кратчайшему расстоянию без обрыва проволоки на специально указанной подаче перехода (Код условий резания переходов).

Условия обработки для электроэрозионной выборки можно задать по отдельности для рабочих ходов и для переходов. Как и при контурной обработке условия резания определяются специальным кодом условий обработки, по которому система ЧПУ станка определяет конкретные параметры резания из таблицы. Существуют два способа задания кода условий обработки.

- Код условий обработки. В данном случае задается конкретный номер кода условий обработки.
- Совпадает с первым чистовым проходом. При выборе этой опции код условий обработки автоматически берется из таблицы условий резания для чистовых проходов вдоль контура(see page 1352) и будет совпадать с кодом для первого чистового прохода.

Параметры Подход и Отход позволяют отдельно задать способ и величину подхода к началу рабочего хода, либо отхода от конца рабочего хода для электроэрозионной выборки. В поле Режим можно выбрать способ построения:

- Выкл. Подход/отход не выполняется.
- По нормали. Строится по нормали к рабочему ходу.
- По касательной. Строится по касательной к рабочему ходу.

Если подход/отход включен то величину его можно задать либо в текущих единицах измерения системы (миллиметрах или дюймах), либо в процентах от диаметра проволоки.

Сопутствующие ссылки:

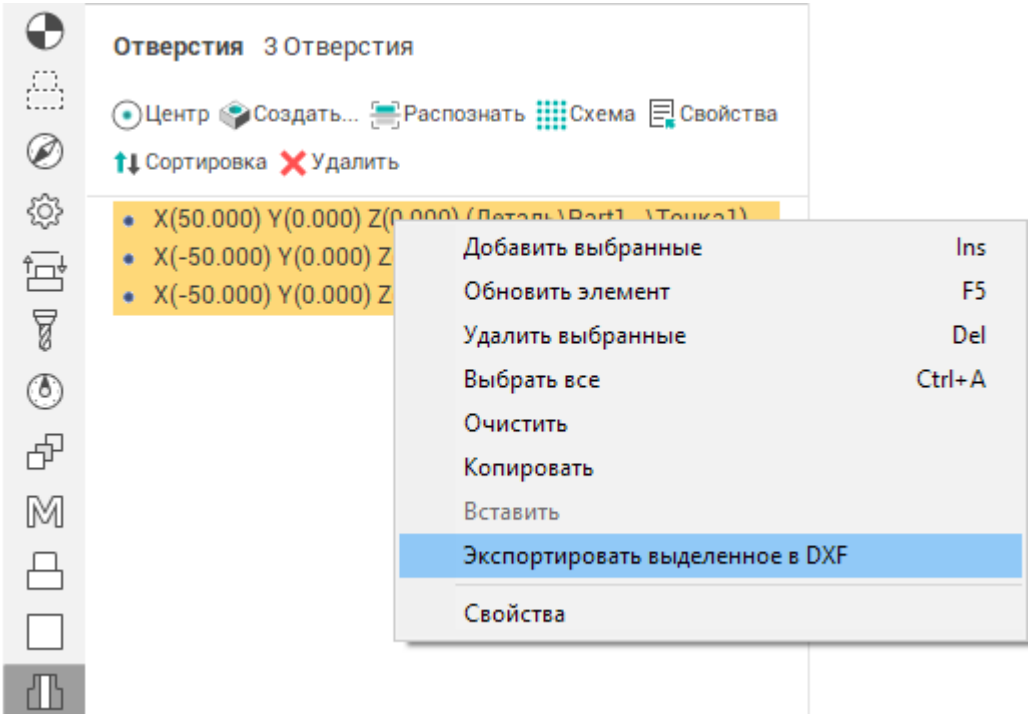
Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Электроэрозионная выборка(see page 1373)

Точки захода(see page 1379)

Точки захода

В операциях электроэрозионной обработки траектория проволоки обычно начинается в предварительно выполненных в заготовке отверстиях. Если отверстия уже имеются в модели заготовки, заданной в операции, то места для захода проволоки при расчете выборки будут определены автоматически в местах, где отсутствует материал. Если же в качестве заготовки упрощенно указан цельный кусок материала без отверстий, то существует возможность явно указать отверстия, через которые следует производить заправку проволоки. Для этого на закладке Технология необходимо выделить нужную электроэрозионную операцию и в нижней левой части окна выбрать закладку "Отверстия".



Отверстия в данный список можно добавлять посредством ручного ввода координат, выбором геометрических примитивов, либо автоматическим распознаванием по 3D модели. Работа с окном ничем не отличается от заполнения списка операции обработки отверстий(see page 547).

Кроме того, электроэрозионные операции поддерживают режим обратного проектирования. Если операция в процессе расчета не находит в списке отверстий подходящее, то она самостоятельно формирует новое отверстие под засверливание и добавляет в данный список. Затем отверстия из данного списка могут быть экспортированы во внешний файл (DXF). Позже экспортированный таким образом список отверстий может быть загружены в другой проект или даже другое приложение, в котором производится проектирование заготовки для обработки данной детали.

Для экспорта отверстий из списка можно воспользоваться контекстным меню окна, либо пунктом главного меню <Файл / Экспорт / Экспорт точек засверливания>.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Электроэрозионная выборка(see page 1373)

Параметры электроэрозионной выборки(see page 1376)

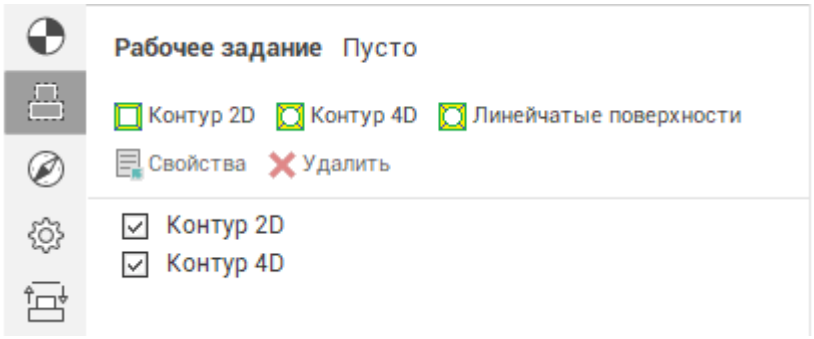
© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.13.2 Настройка технологических операций

5.13.2.1 Рабочее задание для эрозионных операций

Задание на обработку содержит в себе информацию о геометрии обрабатываемых элементов и их отличительные технологические параметры. Элементы могут быть представлены в кратком и детализированном видах. Каждый элемент может представлять собой не только отдельный контур, но и папку с несколькими кривыми.

Краткий вид представляет собой просто список элементов и показан ниже:



В операции <4D обработки(see page 1371)> доступна возможность добавления рабочего задания как 2D контура. В операции <2D обработки(see page 1369)> нельзя добавлять рабочее задание как 4D контур.

В окне доступны следующие функции:

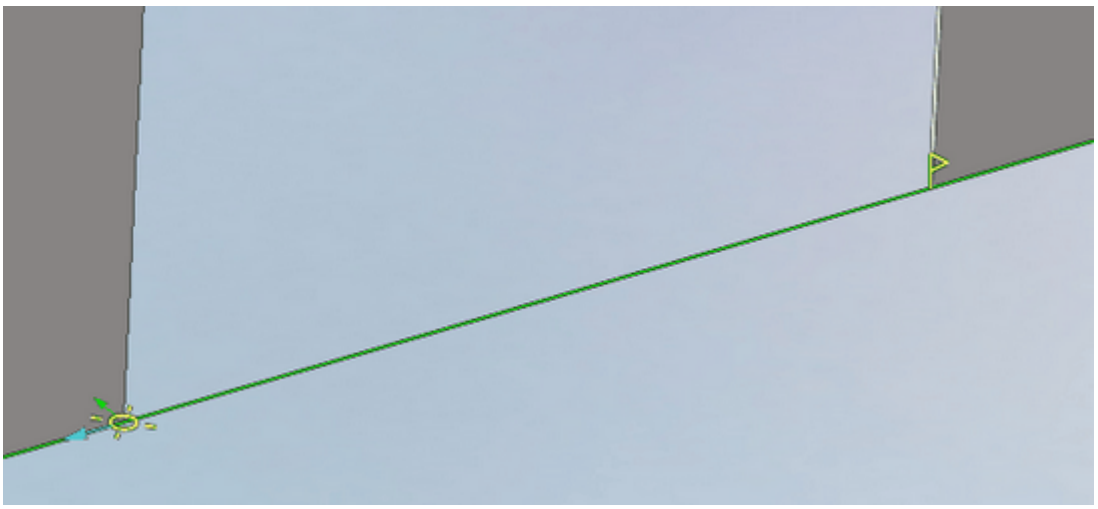
- <**Добавить 2D элемент**> – позволяет добавить элемент рабочего задания по выбранному в графическом окне контуру.
- <**Добавить 4D элемент**> – позволяет добавить элемент рабочего задания по выбранным в графическом окне контурам либо поверхностям. При этом один из контуров принимается за верхний контур, другой - за нижний. Если выбран только один контур, будет добавлен 2D элемент. Данная функция доступна только для операции <4D обработка(see page 1371)>. Если в момент нажатия на кнопку были выбраны не кривые, а поверхности, то система автоматически распознает по ребрам поверхностей электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350), его верхний и нижний контура и автоматически расставит линии синхронизации между ними.
- <Свойства(see page 1333)> – позволяет перейти к окну параметров элементов. Кроме того, можно редактировать несколько элементов, для этого следует выбрать их в списке, используя стандартные сочетания клавиш.
- <**Удалить**> – удаляет выбранные элементы из списка элементов.

Для вызова окна параметров и удаления элементов можно также воспользоваться кнопками на всплывающей панели:



Имеется возможность выбора нескольких элементов с одинаковыми параметрами.(see page 1349)

Контур рабочего задания может быть как замкнутым, так и разомкнутым. Точки начала и конца контура можно изменять в графическом окне:



Система позволяет редактировать контур прямо в графическом окне. Принципы редактирования аналогичны тем, что используются в токарном контуре.(see page 1285)

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Свойства элементов рабочего задания эрозионных операций(see page 1333)

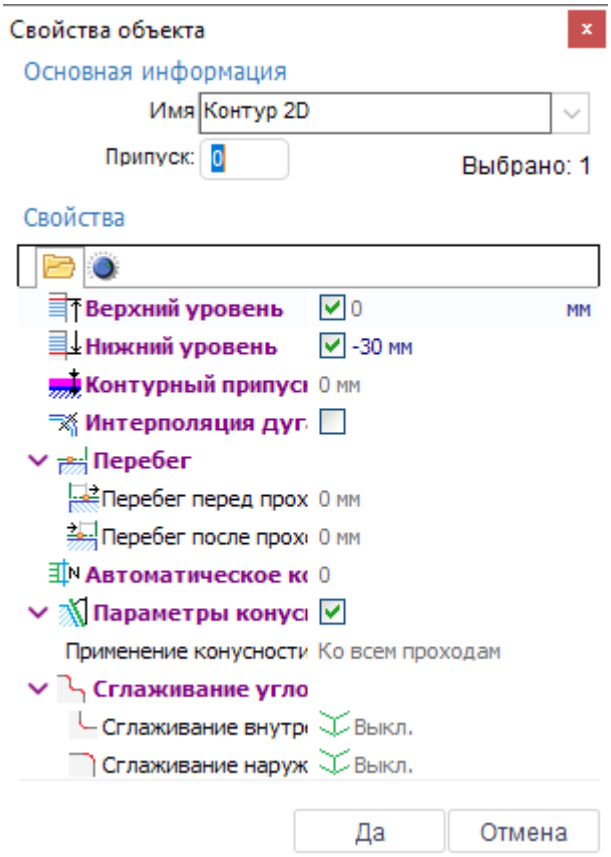
Свойства 2D элементов рабочего задания

Каждый элемент рабочего задания обладает большим количеством параметров.

Для просмотра и редактирования параметров 2D элемента рабочего задания необходимо выделить его и нажать на кнопку <**Свойства**>, либо дважды кликнуть по нему.

Окно параметров имеет следующий вид:

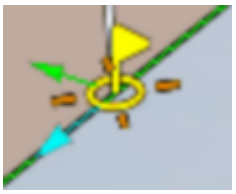
© 2025 ООО СПРУТ Технология



- <**Уровень верхней направляющей**> – используется для установки плоскости перемещения верхней направляющей электроэрозионного станка.Уровень верхней направляющей также можно задать в графическом окне. Для этого достаточно переместить указатель верхнего уровня:

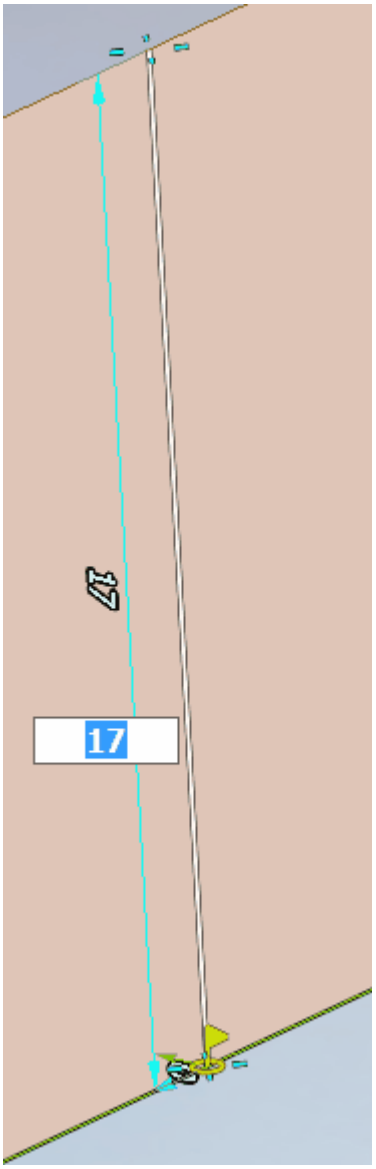


- <**Уровень нижней направляющей**> – используется для установки плоскости перемещения нижней направляющей электроэрозионного станка.Уровень нижней направляющей можно задать в графическом окне. Для этого достаточно переместить указатель нижнего уровня:



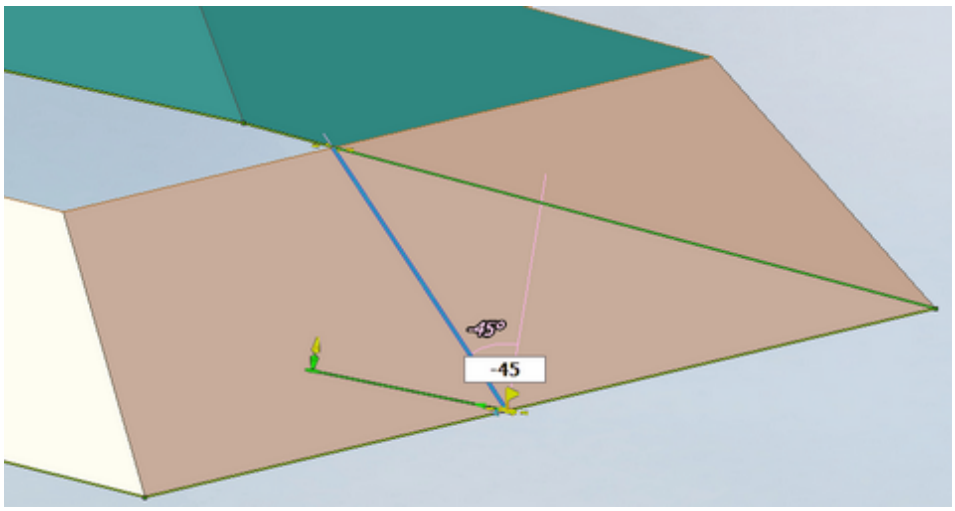
Чтобы задать точное значение верхней или нижней направляющей достаточно кликнуть по указателю соответствующего уровня и ввести точное значение:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



- <**Припуск**> – позволяет корректировать конечный контур путем задания дополнительного припуска. Припуск может быть как положительным, так и отрицательным.
- <**Подход**> – задаёт величину подхода к началу элемента рабочего задания.
- <**Отход**> – задаёт величину отхода от элемента рабочего задания.
- <**Количество перемычек**> – задаёт количество перемычек. Параметры перемычек могут быть изменены в графическом окне.
- <**Использовать конусность**> – при выключенной опции проволока всегда будет располагаться перпендикулярно плоскости XY и в результате обработки будет получаться цилиндрическая поверхность. Если необходимо сформировать коническую поверхность, то опцию следует включить. Затем в графическом окне потребуется указать величину угла и направление конусности для каждого контура. Для этого необходимо кликнуть по линии синхронизации и ввести значение.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



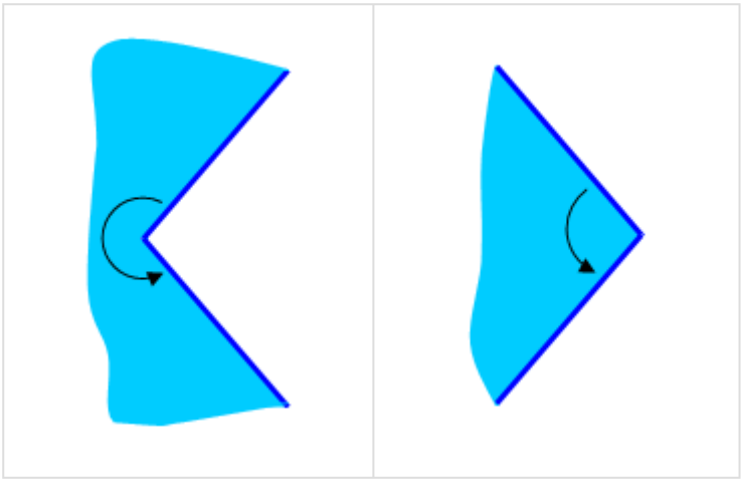
В результате в каждом рабочем кадре управляющей программы будет выводится слово, задающее угол конуса (например, <**G01 X30 Y45 A5**>). Использование конусности делает доступным еще ряд дополнительных настроек.

- <**Последовательность включения**> Позволяют задать различное использование конусности для разных проходов одного и того же контура. В выпадающем списке <Включение> доступны следующие пункты:
- <**На всех проходах**> – при выборе данного пункта конусность будет применена ко всем проходам контуров.
- <**Применить конусность после N прохода**> – в текстовом поле <**N прохода**> указывается количество первых проходов, к которым конусность применена не будет. Все остальные проходы, начиная с N+1, будут использовать конусность.
- <**Отменить конусность после N прохода**> – в текстовом поле <**N прохода**> указывается количество первых проходов, к которым конусность будет применена. Все остальные проходы, начиная с N+1, не будут использовать конусность.
- <**Скругление углов**> – Многие современные стойки ЧПУ позволяют автоматически скруглять острые углы в траектории перемещения проволоки и CAM система может задействовать эту функцию стоек ЧПУ. На панели <Скругление углов> расположены параметры, позволяющие правильно настроить использование данной функции. При включении функции в управляющую программу выводятся те же координаты контура, что и при выключенной функции скругления (т.е. контур не модифицируется). Однако в тех кадрах управляющей программы, где необходимо произвести скругление, появляются дополнительные слова, задающие радиусы скругления углов. Радиусы скругления могут задаваться отдельно для верхнего и для нижнего контуров. Например, <G01 X95.24 Y53.09 R1.5 R5.3> – первое слово <R> задает радиус скругления для нижнего контура 1.5, второе слово <R> задает радиус скругления для верхнего контура 5.3.

***Примечание**: Система моделирования CAM системы позволяет отрисовывать и моделировать траекторию перемещения проволоки с учетом последующего скругления углов стойкой ЧПУ при отработке управляющей программы.*

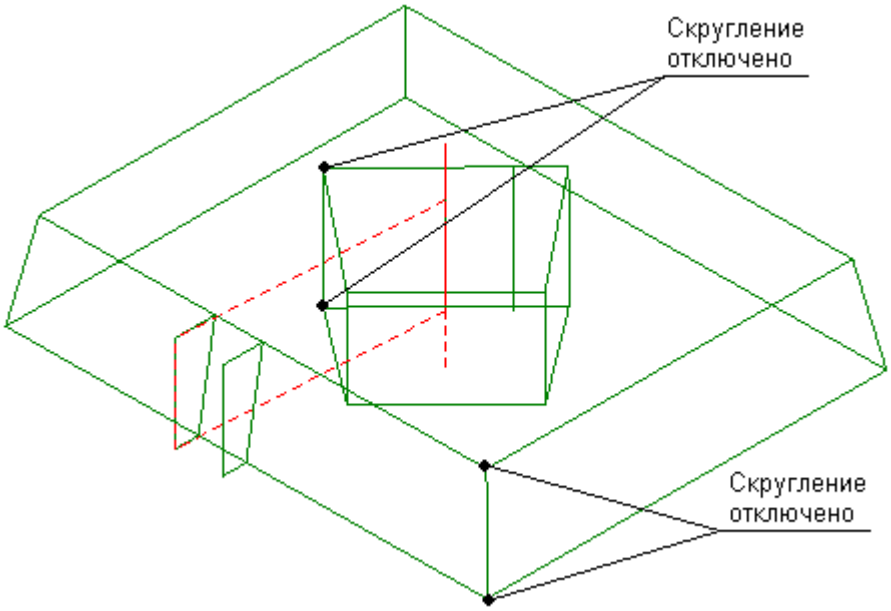
В системе реализованы различные способы скругления, которые могут задаваться отдельно для внутренних и внешних углов в полях <Внутренний угол> и <Внешний угол> соответственно. Углы подразделяются на внутренние и внешние в зависимости от величины угла с той стороны, где находится деталь. Внутренним называется угол больше 180°, а внешним – угол меньше 180°.

<Внутренний угол>	<Внешний угол>



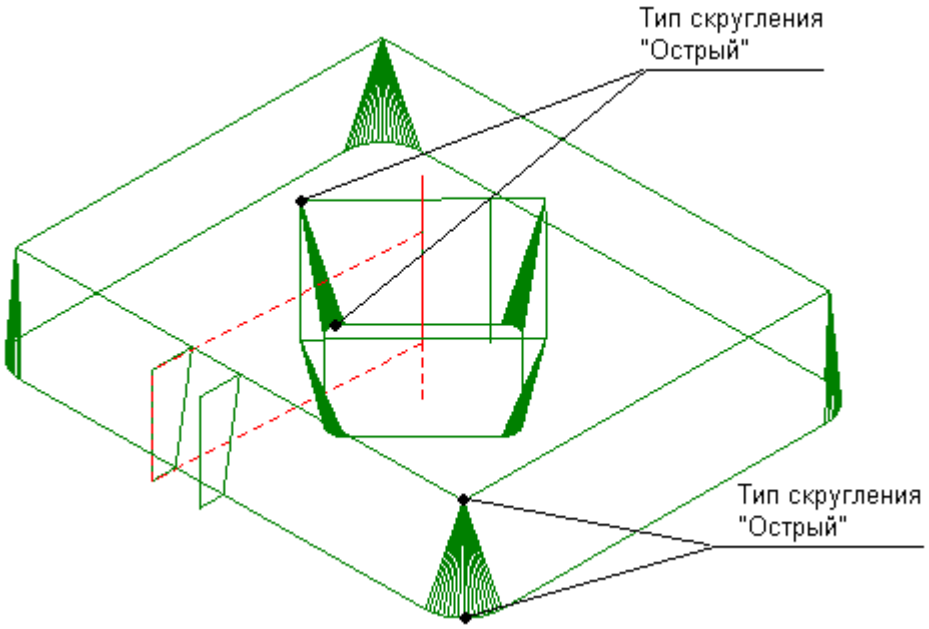
Доступны следующие типы скруглений:

- <**Выкл**.> – при выборе данного типа функция скругления углов отключена и радиусы скругления в управляющую программу не выводятся.



- <**Острый**> – данный способ скругления предполагает, что сглаживаются только углы на нижнем контуре. Углы верхнего контура остаются острыми. Поэтому доступно только поле ввода <Нижний радиус>.

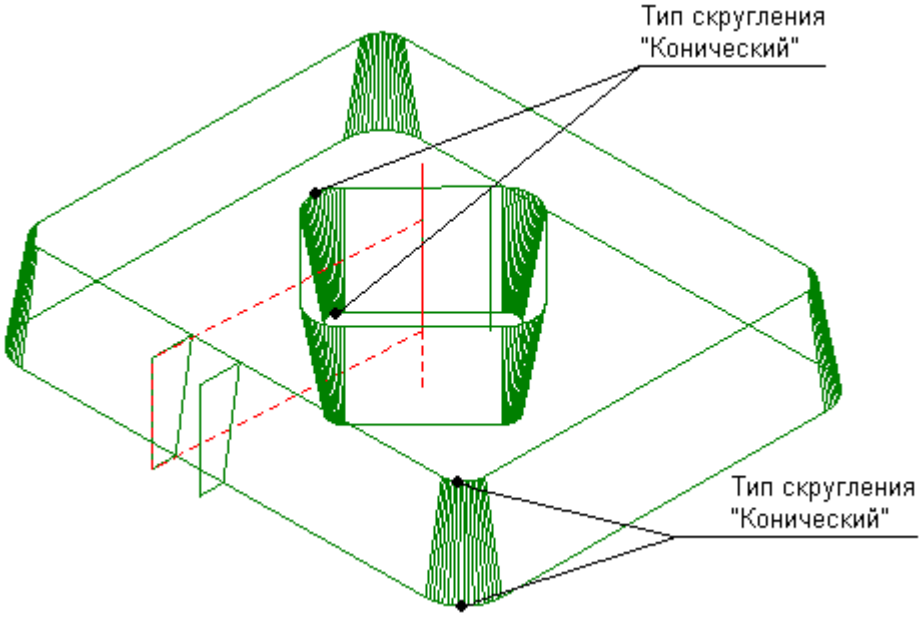
© 2025 ООО СПРУТ Технология



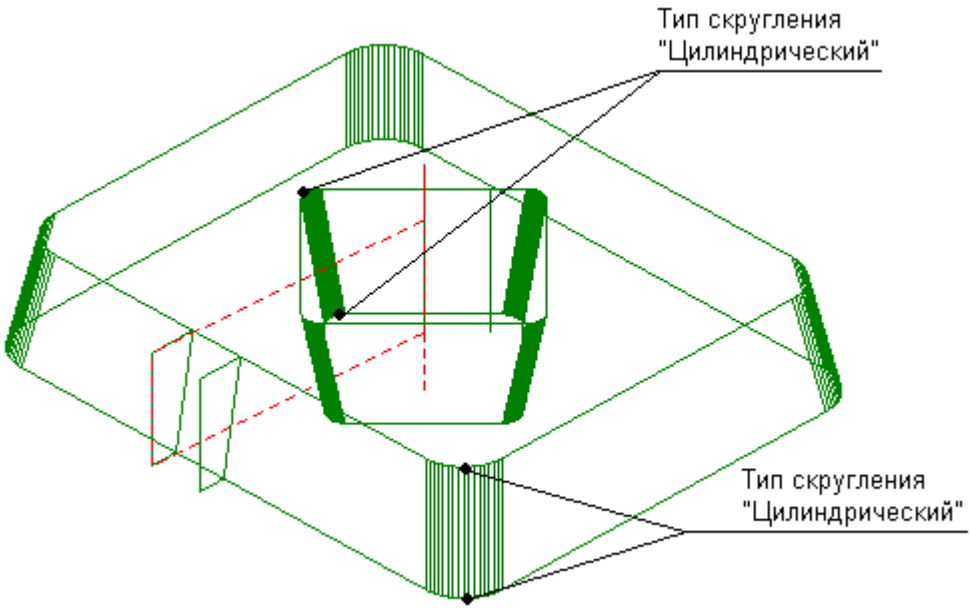
- <**Конический**> – радиус скругления углов на нижнем контуре задается в соответствующем поле. Радиус скругления углов верхнего контура определяется как нижний радиус скругления плюс величина, зависящая от угла конусности и разности высот верхнего и нижнего контуров:

$$R_{верхний} = R_{нижний} \pm h \cdot tg\,\alpha$$

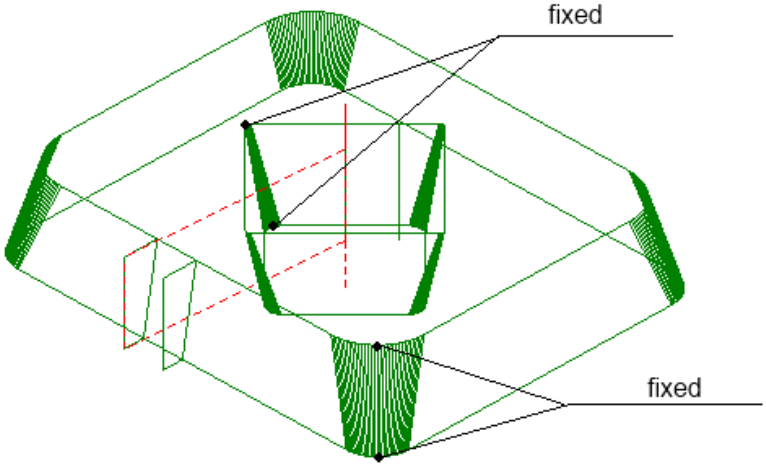
Таким образом, на детали в месте скругления получается коническая поверхность.



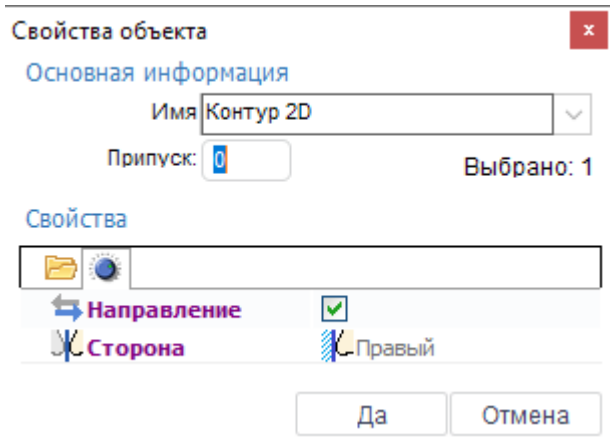
- <**Цилиндрический**> – радиус скругления углов на нижнем и верхнем контурах всегда одинаков и вводится в поле <Нижний радиус>. Таким образом, на детали в месте скругления получается цилиндрическая поверхность.



- <**Фиксированный**> – радиусы скруглений на нижнем и верхнем контурах задаются независимо в соответствующих полях и могут принимать произвольные положительные значения.

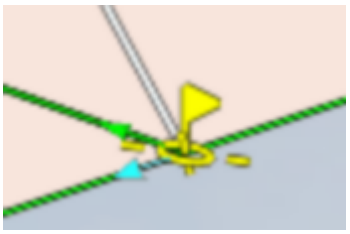


Также можно задать направление и сторону обработки для каждого элемента рабочего задания:



© 2025 ООО СПРУТ Технология

В графическом окне направление отображается голубой стрелкой, а сторона обработки - зелёной:



В окне свойств можно изменять оба этих параметра. Также эти параметры можно изменить, кликнув мышкой на соответствующей стрелке.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

Линии синхронизации(see page 1341)

Перемычки(see page 1347)

Выбор нескольких элементов(see page 1349)

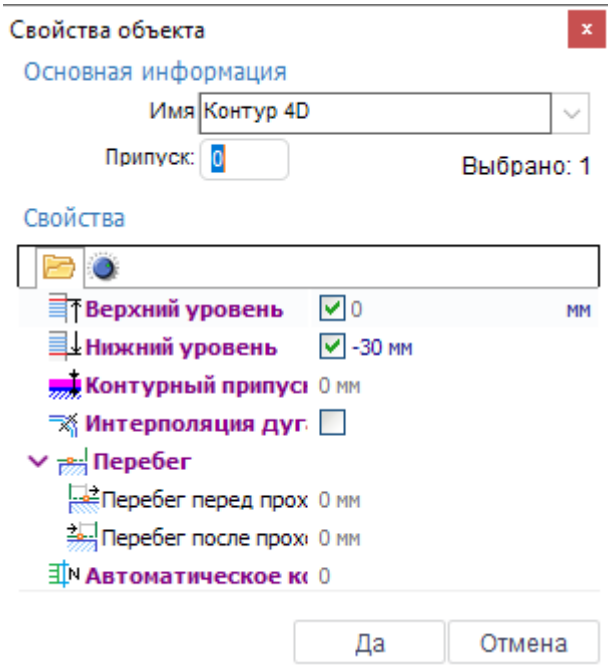
Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Свойства 4D элементов рабочего задания

Каждый элемент рабочего задания обладает большим количеством параметров.

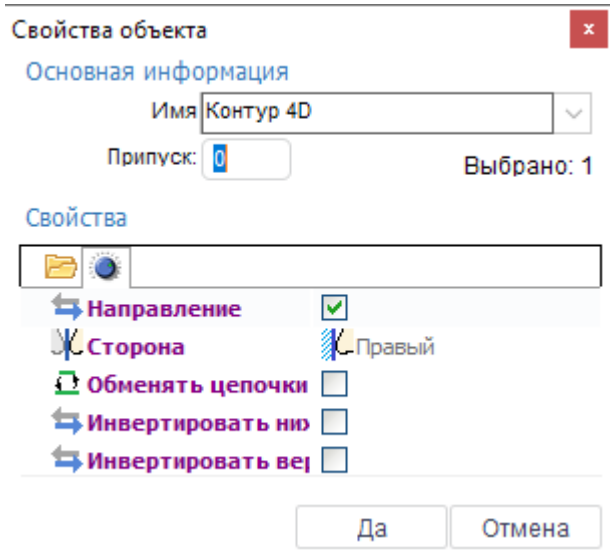
Для просмотра и редактирования параметров 2D элемента рабочего задания необходимо выделить его и нажать на кнопку <**Свойства**>, либо дважды кликнуть по нему.

Окно параметров имеет следующий вид:



Все параметры аналогичны соответствующим параметрам 2D элементов рабочего задания(see page 1333).

Также можно задать направление и сторону обработки для каждого элемента рабочего задания.



Параметры <**Направление**> и <**Сторона**> аналогичны соответствующим параметрам 2D элементов рабочего задания(see page 1333).

- <**Поменять уровни**> – меняет верхний и нижний уровень местами.
- <**Инверсия нижнего уровня**> – меняет направление нижнего контура.
- <**Инверсия верхнего уровня**> – меняет направление верхнего контура.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Линии синхронизации(see page 1341)

Перемычки(see page 1347)

Выбор нескольких элементов(see page 1349)

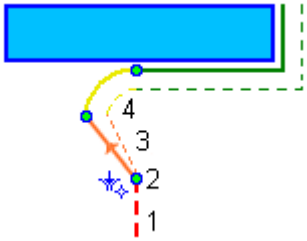
Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Подходы-отходы

Подходы и отходы представляют собой участки траектории, добавляемые в начале и в конце каждого рабочего контура соответственно. Целью добавления подходов-отходов является обеспечение корректной геометрии детали в местах начала и окончания контура. В этих местах обычно производятся переключения определенных режимов интерполяции (режимов коррекции, конусности, многоосевой интерполяции и т.п.), для вступления в силу которых требуются один-два дополнительных кадра траектории.

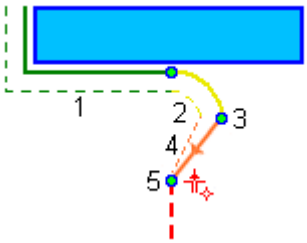
Подход к начальной точке контура осуществляется в следующем порядке:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



1. Подвод на ускоренной подаче к точке заправки проволоки.
2. Заправка проволоки, установка необходимых режимов резания и включение требуемых режимов коррекции и интерполяции.
3. Выполнение первого прямолинейного перемещения подхода из точки заправки проволоки. На данном участке хода вступают в силу только что включенные режимы коррекции и интерполяции.
4. Выполнение оставшейся части подхода к точке начала рабочего контура согласно выбранному способу (только если установлен сложный способ подхода, состоящий из более чем одного элемента, например, подход "по прямой и дуге").

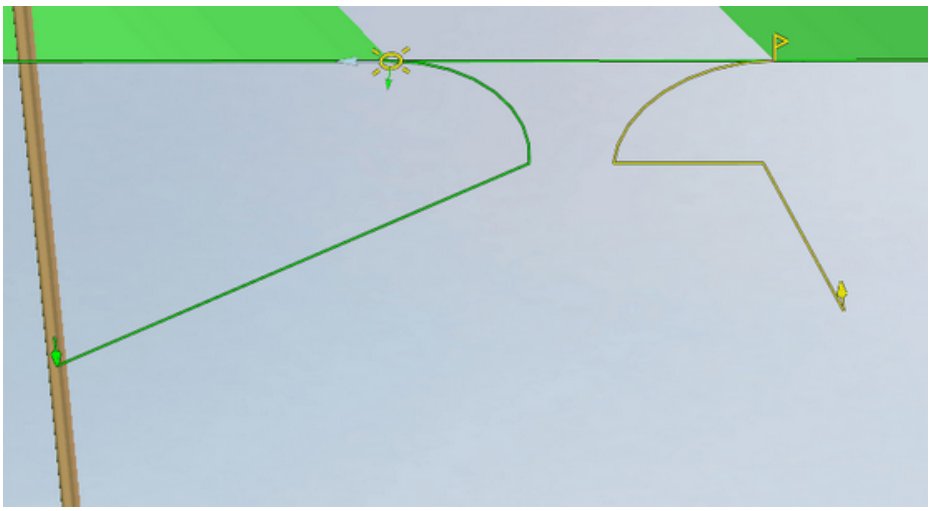
Отход из конечной точки контура осуществляется в обратном порядке:



1. Проволока достигает конечной точки рабочего контура.
2. В случае, если установлен сложный способ отхода, состоящий из более чем одного элемента (например, отход "по прямой и дуге" или "по двум прямым и дуге"), то выполняется часть отхода без последнего прямолинейного перемещения в точку обрезки проволоки.
3. Производится выключение режимов коррекции и интерполяции.
4. Выполняется прямолинейное перемещение в точку обрезки проволоки, на котором новые режимы коррекции и интерполяции вступают в силу.
5. Осуществляется обрезка проволоки.

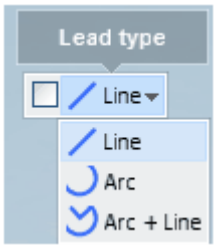
Настройка способов подхода-отхода, а также включение дополнительных опций, влияющих на участки начала и конца обработки контура, осуществляется в графическом окне.

Указатели подхода-отхода доступны для каждого элемента рабочего задания и становятся доступными после расчёта операции. После изменения параметров подходов-отходов необходимо пересчитать операцию. Подход имеет зелёный цвет, отход желтый.



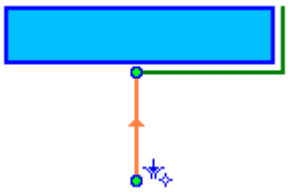
Указатели подхода-отхода интерактивны, их можно перемещать в графическом окне и задавать точные размеры. Размеры можно задавать как относительно других элементов, так и относительно начала системы координат.

Есть возможность выбора типа подхода-отхода в всплывающей панели:

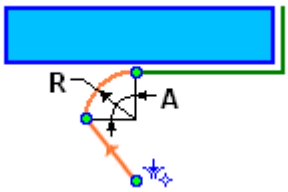


Выпадающий список <**Тип подхода**> определяет способ подхода из точки заправки проволоки к начальной точке рабочего контура. Он содержит следующие пункты:

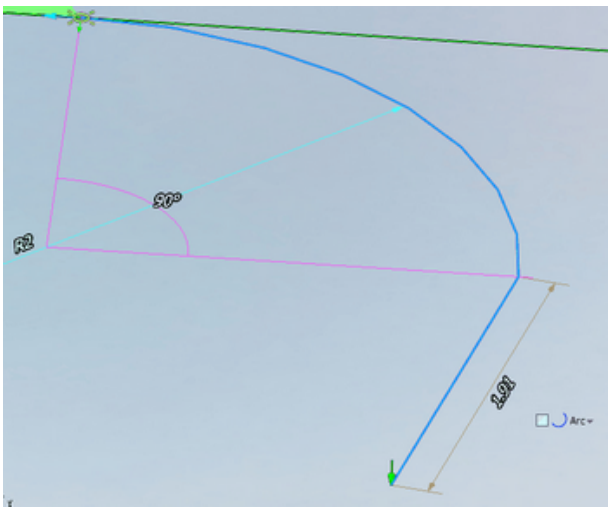
- <**По прямой**> – подход осуществляется напрямую из точки заправки проволоки в точку начала рабочего контура. Длина подхода определяется положением точки заправки проволоки.



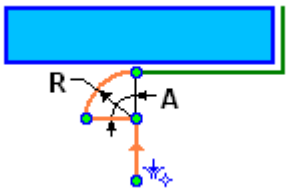
- <**Дуга**> – подход состоит из отрезка прямой, соединяющей точку заправки проволоки и точку начала дуги, и из дуги окружности, которая гладко стыкуется с рабочим контуром в точке его начала. Величина подхода, радиус и угол дуги задаются в графическом окне.

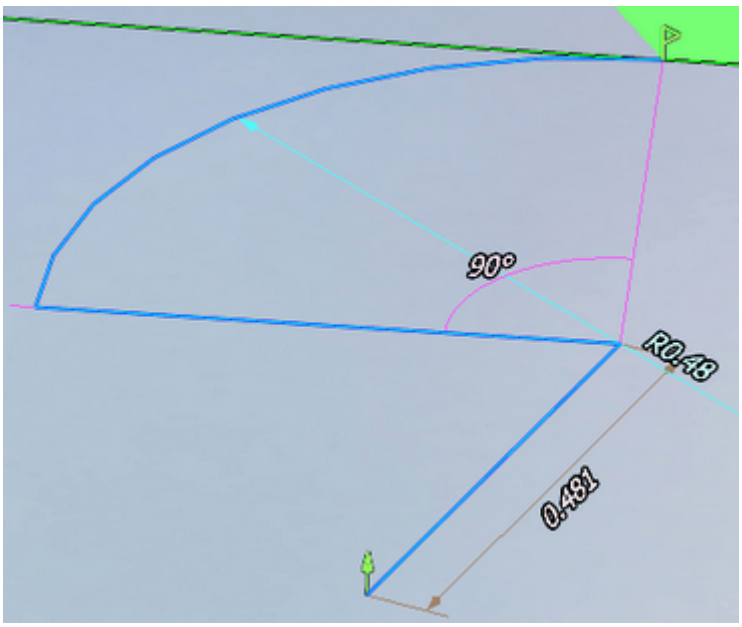


© 2025 ООО СПРУТ Технология

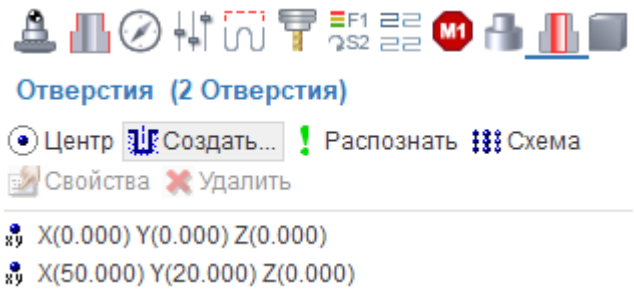


- <**Прямая и дуга**> – подход производится сначала по прямой из точки заправки проволоки в центр дуги, затем из точки центра в точку начала дуги окружности, и, наконец, описывается дуга окружности, которая гладко стыкуется с рабочим контуром в точке его начала. Радиус и угол дуги задаются в графическом окне.





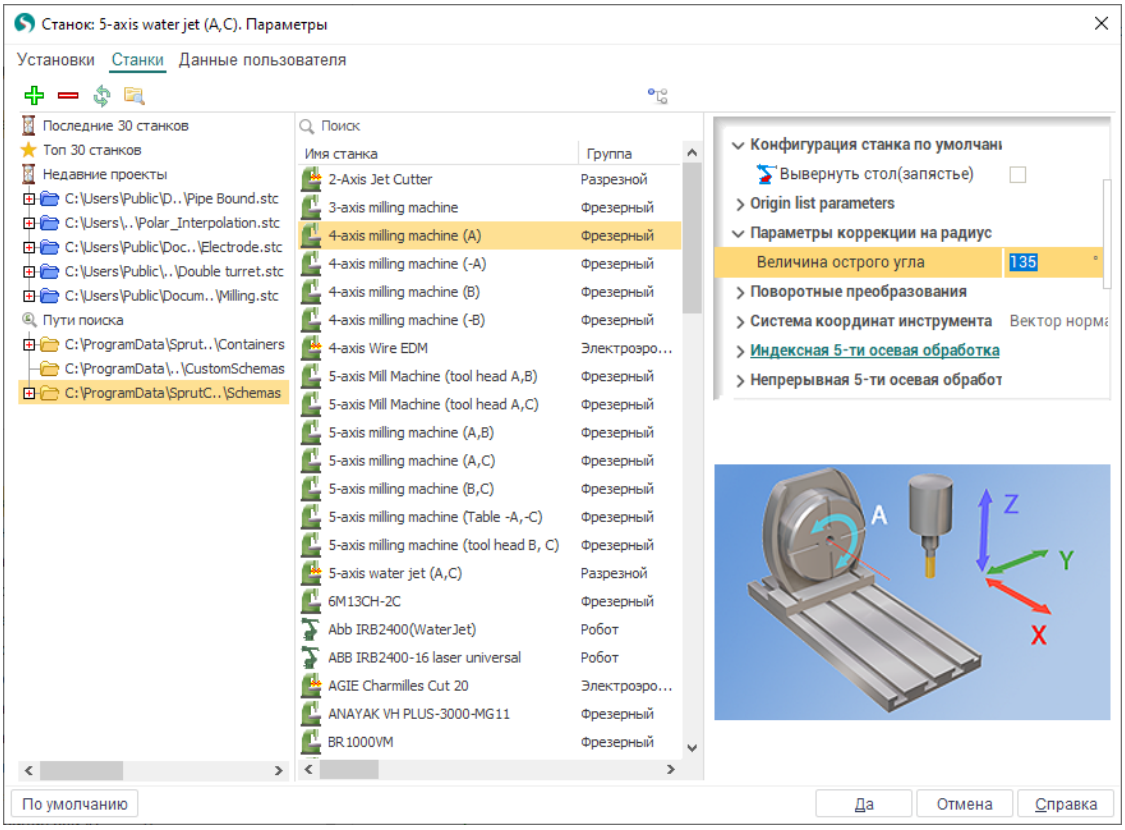
***Примечание**: Во время расчета операции точки, в которых производится обрезка, либо заправка проволоки, запоминаются и выводятся в специальный список отверстий, который доступен в режиме <**Технология**> на закладке <**Отверстия**>. Позже данный список отверстий может быть экспортирован из системы и использован в другом проекте, либо в другом приложении. Экспорт доступен из* главного меню(see page 76) *программы, а также из контекстного меню списка отверстий – <**Экспортировать выделенное в DXF**>.*



Опции моделирования коррекции

CAM система позволяет рассчитывать, отрисовывать и моделировать траекторию перемещения проволоки с учетом коррекции на радиус проволоки. Если в параметрах операции опции, регулирующие вывод команд коррекции на радиус(see page 1356), настроены, то в управляющую программу будут выводиться команды включения и выключения коррекции (обычно им соответствуют коды <G41>, <G42>, <G40>) с номерами корректоров, а в регистры, отвечающие за величину коррекции, могут заноситься значения коррекции на радиус. При этом в графическом окне и в системе моделирования траектория будет представляться уже с учетом коррекции, которая будет произведена стойкой ЧПУ в момент обработки управляющей программы.

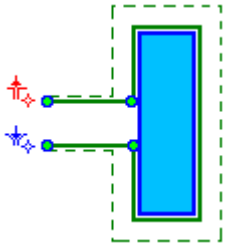
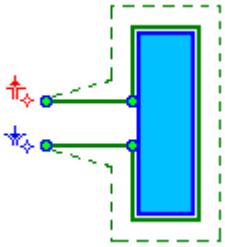
Между тем разные системы ЧПУ (либо одни и те же системы ЧПУ в зависимости от внутренних настроек) могут обрабатывать коррекцию на радиус различными способами. В CAM системе имеется ряд опций, позволяющих настроить внутренние методы отработки коррекции и приблизить их к методам, реализованным в каждой конкретной стойке ЧПУ. Данные опции настраиваются в окне параметров станка, которое можно открыть из режима <Технология>, выделив корневой элемент дерева (станок) и нажав кнопку <Параметры>. В инспекторе свойств станка в разделе <Стойка ЧПУ> имеется группа <Параметры коррекции на радиус>.



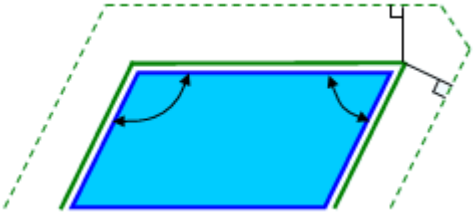
В данной группе имеются следующие настройки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <**Подход по нормали**> – данное свойство регулирует поведение системы на ходах включения и выключения коррекции.

При включенной опции <**Подход по нормали**> конечная точка хода включения коррекции и начальная точка хода выключения коррекции остаются несмещенными:	При выключенной опции <**Подход по нормали**> конечная точка хода включения коррекции и начальная точка хода выключения коррекции смещаются на величину коррекции:
	

- <**Величина острого угла**> – влияет на способ построения обката углов. Если угол между соседними элементами оказывается меньше данного параметра, то элементы продолжаются до пересечения друг с другом. Если же угол оказывается больше заданного, то элементы продолжаются на величину коррекции и между ними достраивается дополнительный отрезок. На рисунке ниже приведен пример, где левый угол больше величины острого угла, а правый – меньше:



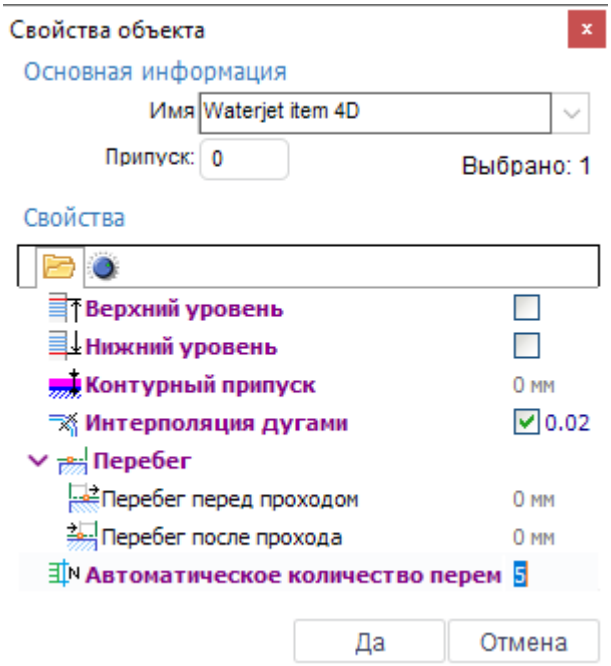
Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

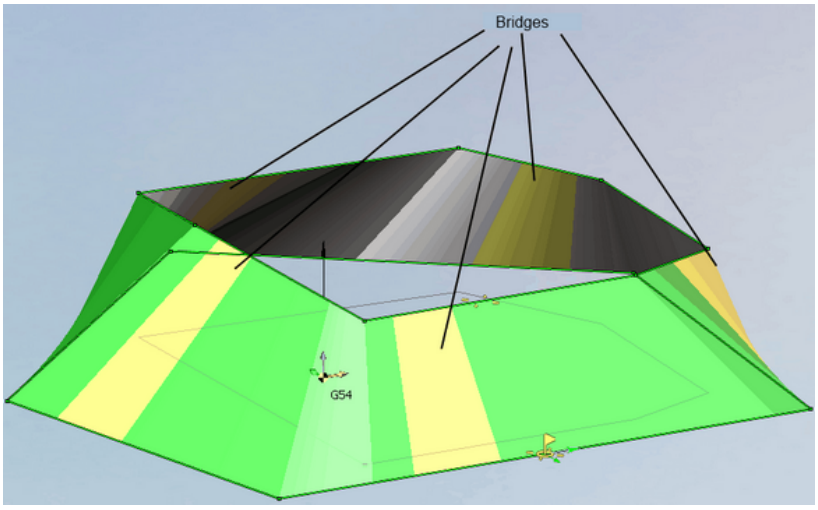
Перемычки

<**Перемычки**> задают участки на контуре, которые должны быть вырезаны позднее, чем сам контур.

Перемычки могут быть отключены, либо задаваться автоматически. Доступно изменение количества перемычек с помощью задания параметра <Количество>.



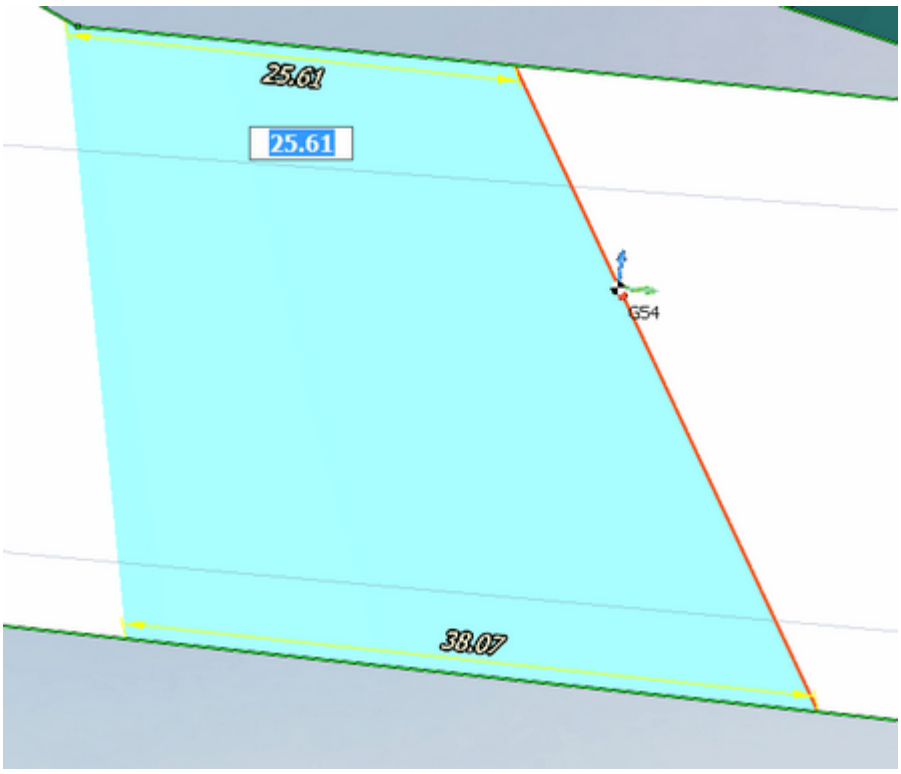
Автоматически создаваемые перемычки создаются на равном расстоянии друг от друга. Изменение параметров перемычек происходит в графическом окне.



Для перемещения перемычки необходимо выбрать её и переместить в требуемое место.

Размер перемычки можно задать с помощью размерной линии, либо перетащив край перемычки на требуемое расстояние. Края перемычки являются линиями синхронизации(see page 1341).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Перемычки можно копировать и удалять интерактивно. Для копирования следует выбрать элемент, который надо скопировать, и нажатием [Ctrl] и левой кнопки мыши сдвинуть выбранный элемент. В результате выбранный элемент останется на месте, а новый элемент будет перемещаться вслед за указателем мыши.

Для интерактивного удаления элементов следует выбрать удаляемый элемент, указав на него курсором мыши и нажать клавишу [Del]. В результате выбранный элемент будет удален. Также можно воспользоваться кнопкой на всплывающей панели.



Имеется возможность выбора нескольких перемычек с одинаковыми параметрами(see page 1349).

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

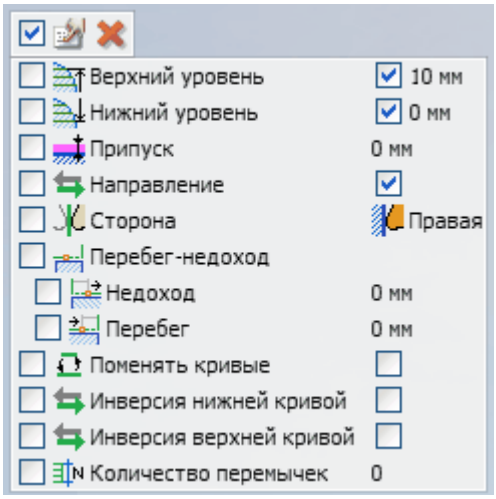
Линии синхронизации(see page 1341)

Выбор нескольких элементов(see page 1349)

Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Выбор нескольких элементов

Всплывающая панель позволяет выбрать элементы со сходными параметрами. Для этого необходимо выбрать какой-либо элемент и активировать панель выбора нескольких элементов.



На панели отобразятся свойства текущего элемента. Их нельзя изменять здесь, они только для информации. Перед каждым параметром есть флаг, показывающий будет ли этот параметр влиять на результат выбора. Расставляя флаги возможно выбрать все элементы с такими же параметрами. Например, для выбора всех элементов с припуском 0мм достаточно выбрать один такой элемент и поставить флаг напротив параметра <**Припуск**>.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

Линии синхронизации(see page 1341)

Перемычки(see page 1347)

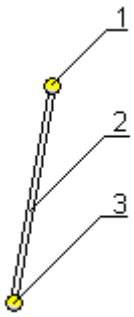
Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Линии синхронизации

В операции <2D обработки(see page 1369)> линии синхронизации отображаются в виде точек и соединяющей их линии. С помощью линии синхронизации можно задать угол конусности.(see page 1333)

Для операции <4D обработки(see page 1371)> кроме перемещения линий синхронизации можно еще менять расположение точек линии. Таким образом, для перетаскивания линии надо подвести курсор к средней части линии (2), а для перемещения точек к соответствующей точке на линии (1 или 3).

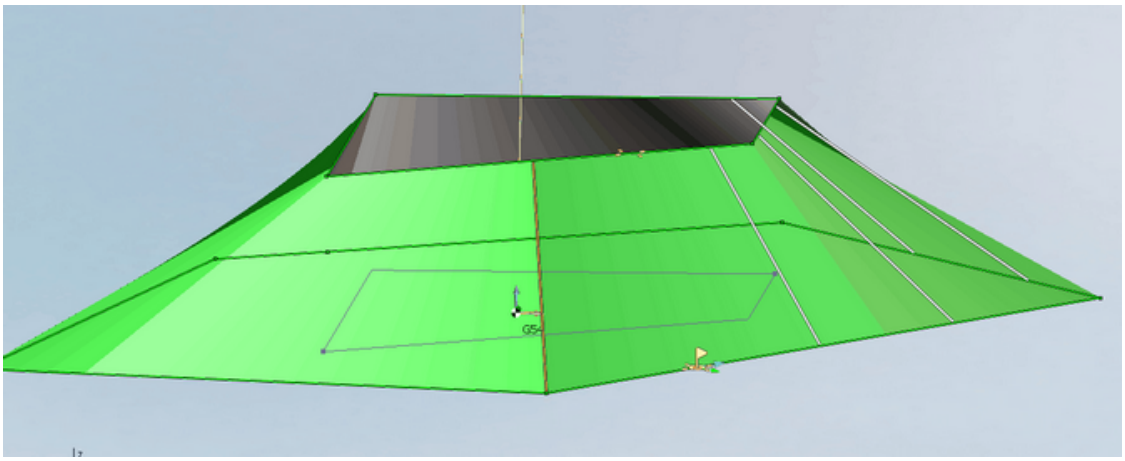
© 2025 ООО СПРУТ Технология

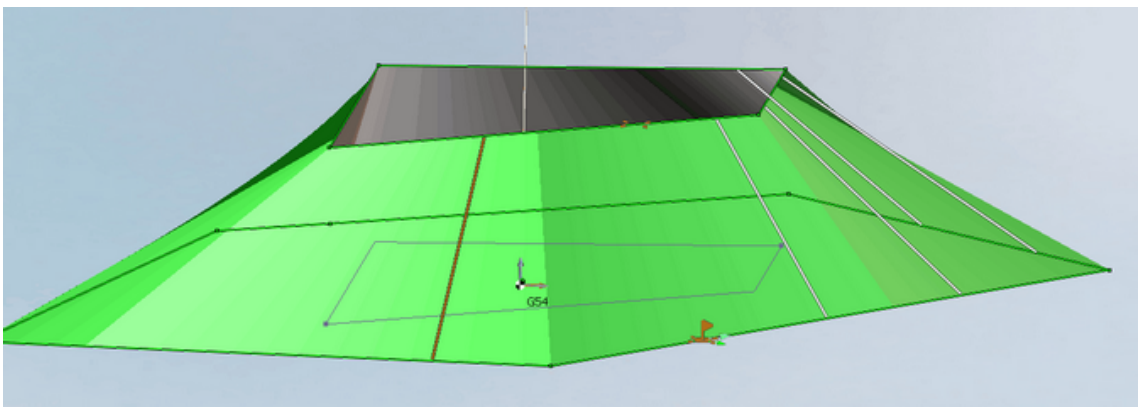


Линии синхронизации можно копировать и удалять интерактивно. Для копирования следует выбрать элемент, который надо скопировать, и нажатием [Ctrl] и левой кнопки мыши сдвинуть выбранный элемент. В результате выбранный элемент останется на месте, а новый элемент будет перемещаться вслед за указателем мыши.

Для интерактивного удаления элементов следует выбрать удаляемый элемент, указав на него курсором мыши и нажать клавишу [Del]. В результате выбранный элемент будет удален.

Для создания новой линии синхронизации необходимо подвески курсор к излому рабочего задания и перетащить созданную линию синхронизации на требуемое место.





Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

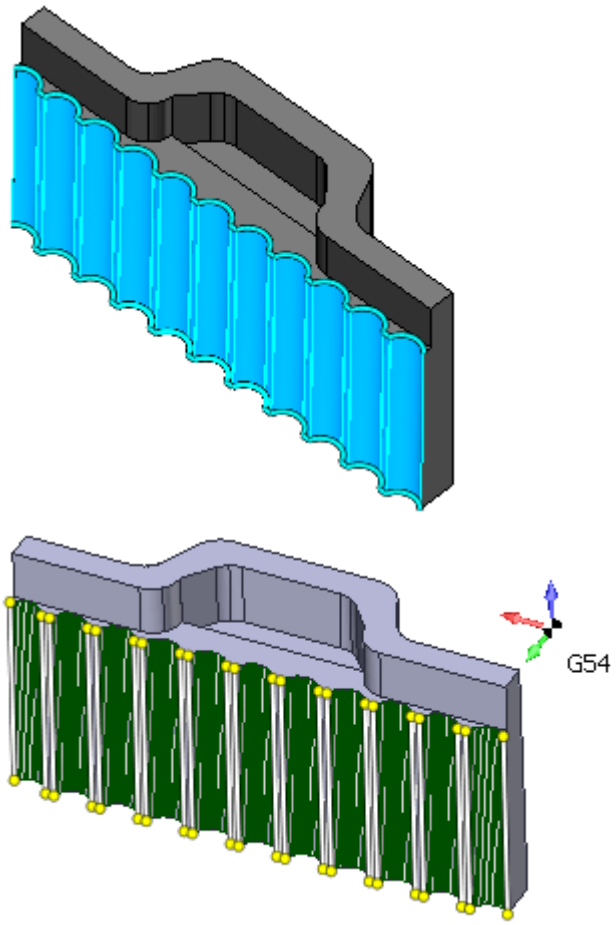
Перемычки(see page 1347)

Выбор нескольких элементов(see page 1349)

Электроэрозионный конструктивный элемент(see page 1350)

Электроэрозионный конструктивный элемент

Электроэрозионный конструктивный элемент представляет собой цепочку линейчатых поверхностей с присутствующими верхними и нижними ребрами, лежащими в горизонтальных плоскостях. Вы можете использовать данный конструктивный элемент в эрозионных операциях. CAM системаавтоматически распознает нижнюю и верхнюю кривую элемента а также линии синхронизации между соответствующими участками контуров.



Если Вы хотите легко и быстро создать новую эрозионную операцию по 3Д модели, просто выберите на экране, любые из поверхностей, принадлежащих конструктивным элементам, которые Вы хотите обработать, и добавьте их в рабочее задание. CAM системаавтоматически распознает конструктивные элементы, которые Вы указали, добавит их в рабочее задание и настроит параметры только что созданной операции в соответствии с параметрами конструктивных элементов.

Если Вы хотите добавить конструктивный элемент в существующую операцию, просто выберете на экране любую поверхность, принадлежащую этому конструктивному элементу и добавить её в рабочее задание. Если до добавления конструктивного элемента рабочее задание было пустым, CAM системаавтоматически скорректирует параметры операции по параметрам конструктивного элемента.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

Рабочее задание для эрозионных операций(see page 1332)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Свойства 2D элементов рабочего задания(see page 1333)

Свойства 4D элементов рабочего задания(see page 1340)

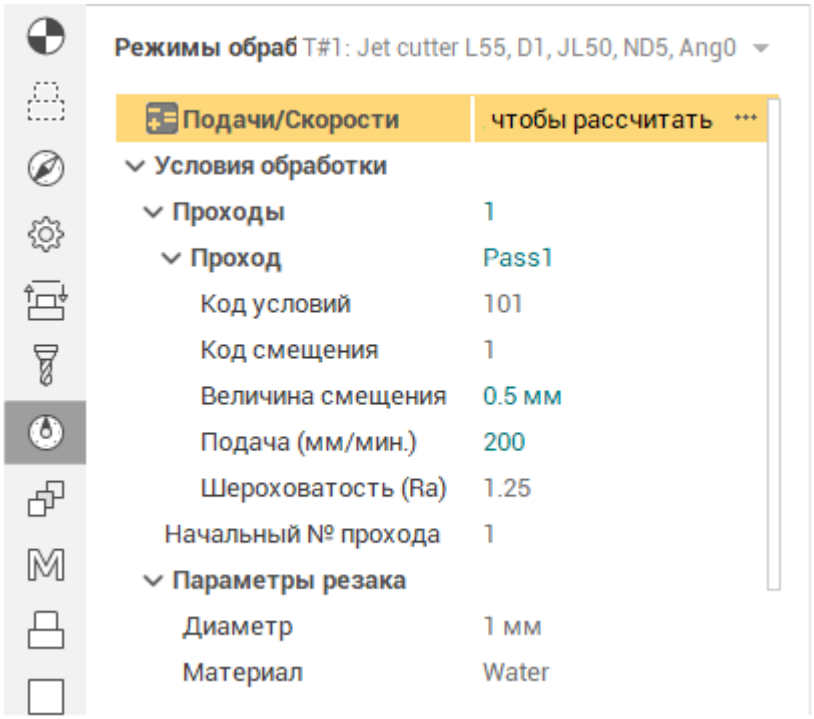
Линии синхронизации(see page 1341)

Перемычки(see page 1347)

Выбор нескольких элементов(see page 1349)

5.13.2.2 Режимы обработки в эрозионных операциях и операции Резка 4D

Определение режимов обработки для электроэрозионных операций производится в окне параметров операции на странице <**Режимы**>, которое открывается после нажатия на кнопку <**Параметры**> в режиме <Технология(see page 104)>, либо из контекстного меню операции.



Современные системы ЧПУ электроэрозионных станков могут поддерживать различные механизмы задания условий обработки, однако большинство из них предполагают приблизительно следующий механизм. Одновременно существует множество параметров, характеризующих конкретные условия обработки. В зависимости от высоты и материала заготовки, диаметра и материала проволоки, требующейся шероховатости поверхности, могут задаваться определенные мощностные характеристики (частота, сила тока, режимы работы генератора и т.п.), скорость подачи проволоки, величина смещения проволоки для компенсации и др. Обычно производители оборудования закладывают в стойку ЧПУ определенную таблицу параметров обработки (либо предоставляют механизм заполнения этой таблицы), и каждому такому набору параметров присваивают определенный код. Затем при составлении управляющей программы, когда необходимо задать условия обработки, в соответствующие регистры просто заносятся данные коды. Стойка автоматически сопоставляет коды с конкретными параметрами обработки.

В CAM системе информация об условиях обработки, специфичная для каждого конкретного станка, может быть заполнена и сохранена в специальной библиотеке режимов резания. Данная библиотека сохраняется в отдельный файл с расширением *.csv. Имя текущего файла библиотеки отображается на панели <**Библиотека**> в поле <**Имя**>. В выпадающем списке данного поля можно выбрать одну из библиотек, находящихся в стандартной папке библиотек CAM системы. Если необходимо выбрать библиотеку из другого места, то это

можно сделать в стандартном диалоговом окне, которое открывается по нажатию кнопки  . В поле <**Комментарий**> отображается вспомогательная текстовая информация о выбранной библиотеке.

В библиотеке режимов резания хранится так называемый список технологий обработки. Каждая технология обработки содержит следующий набор параметров:

- <**Технология**> – уникальный текстовый идентификатор технологии обработки.
- <**Высота заготовки**> – высота обрабатываемой заготовки.
- <**Диаметр проволоки**> – диаметр проволоки для данной технологии.
- <**Шероховатость (Ra)**> – шероховатость поверхности, обеспечиваемая данной технологией обработки.
- <**Материал заготовки**> – материал заготовки, для обработки которого предназначена данная технология.
- <**Материал проволоки**> – материал проволоки, посредством которой производится обработка.
- <**Список проходов**> – представляет собой список проходов с указанием параметров обработки для каждого прохода.

Под термином <**Проход**> (Pass) здесь понимается один проход, производимый проволокой вдоль контура, с которым сопоставлен приведенный ниже набор параметров.

- <**Имя прохода**> – текстовое описание прохода.
- <**Код условий**> – специфичное для каждого конкретного станка значение, которое соответствует номеру регистра в стойке ЧПУ, определяющего условия обработки (обычно используются регистры <C>, <E>, <S>). За более подробной информацией о кодах условий обработки обратитесь к документации вашего станка.
- <**Код смещения**> – номер регистра смещения проволоки (номер корректора на радиус). За более подробной информацией Вы можете обратиться к документации вашего станка.
- <**Величина смещения**> – величина смещения проволоки, соответствующая заданному коду смещения. Она учитывает радиус проволоки, величину пережогов и индивидуальный припуск каждого прохода. Эта величина передается в постпроцессор и может быть использована для инициализации регистров, отвечающих за смещение проволоки (обычно регистры <H> или <D>). Величина смещения совместно с общим припуском операции используется CAM системой для моделирования коррекции на радиус(see page 1356).
- <**Подача**> – подача проволоки (измеряется в мм/мин или в дюйм/мин в зависимости от текущих системных настроек(see page 141)). Большинство электроэрозионных станков не используют подачу, однако значение подачи доступно, если потребуется для конкретной стойки ЧПУ. Данное значение также используется внутри CAM системы для расчета машинного времени.
- <**Дополнительные параметры**> – массив дополнительных параметров прохода. Каждый из дополнительных параметров представлен строкой <Параметр> – <Тип> – <Значение>. Здесь <Параметр> – текстовое описание параметра, <Тип> – тип параметра (целый или дробный), <Значение> – числовое значение параметра. Данный массив параметров, наряду с другими параметрами прохода, передается в постпроцессор (посредством команды <PPFUN WEDMConditions(56)>), где может быть использован в специфических для каждого конкретного случая целях.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Machining technology library

Technology 1

- Workpiece material: steel.
- Workpiece height: 20.
- Wire material: brass.
- Wire diameter: 0.25.
- Surface finish (Ra): 1.25.

Passes

Name	Condition code	Offset code	Offset	Feedrate	Additional parameter 1	Additional parameter 2	...	Additional parameter N
Pass 1	101	1	0.75	8	0	0		0
Pass 2	102	2	0.5	10	0.5	0.3		0.7
Pass 3	103	3	0.125	3	1	0.6		1.4
...								

Technology 2

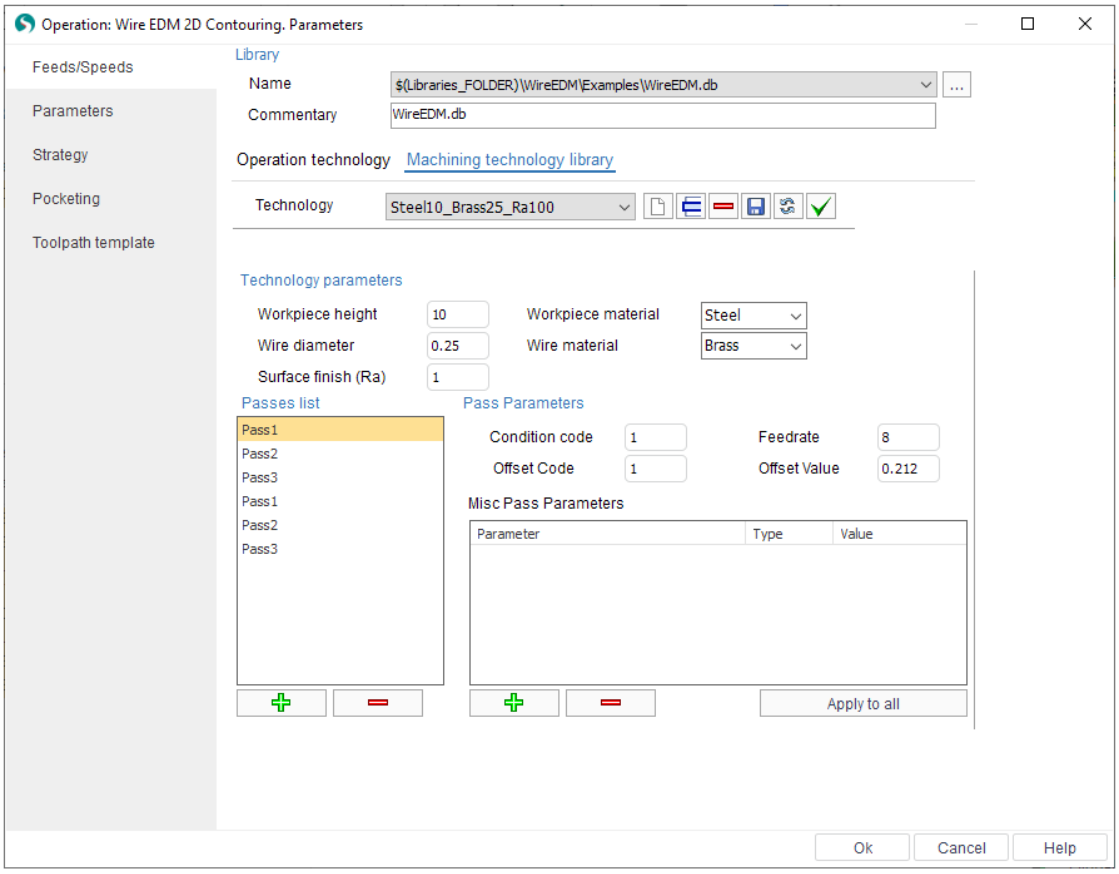
- Workpiece material: steel.
- Workpiece height: 40.
- Wire material: brass.
- Wire diameter: 0.5.
- Surface finish (Ra): 0.8.

Passes

Name	Condition code	Offset code	Offset	Feedrate	Additional parameter 1	Additional parameter 2	...	Additional parameter N
Pass 1	101	1	1.25	5	2.3	0		0
Pass 2	102	2	0.75	7	7.8	0		0
Pass 3	103	3	0.5	2	0	0.6		0
...								

...

Работа с библиотекой режимов производится на странице <**Библиотека технологий обработки**>:



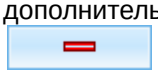
В каждый конкретный момент редактируется только одна активная технология библиотеки. Ее имя отображается в поле <Т**ехнология**>. В выпадающем списке того же поля отображается список всех технологий, которые имеются в текущей библиотеке. Для работы с ним предусмотрены следующие кнопки:

-  <**Новая технология**> – добавляет новую технологию в список.
-  <**Переименовать технологию**> – позволяет переименовать активную технологию обработки.
-  <**Удалить технологию**> – удаляет активную технологию из списка.
-  <**Сохранить библиотеку**> – сохраняет изменения, произведенные в технологиях, в файл библиотеки.
-  <**Перезагрузить библиотеку**> – заново загружает информацию из файла библиотеки. Все не сохраненные изменения, произведенные в технологиях, будут потеряны.
-  <**Выбрать технологию**> – копирует параметры активной технологии из библиотеки в технологию операции.

Редактирование параметров текущей технологии производится путем непосредственного изменения значений в полях на панели <Параметры технологии>. Панель <Список проходов> отображает на экране имена проходов, которые имеются в активной технологии. Для добавления и удаления проходов в нижней части панели имеются кнопки:

-  <**Добавить проход**> – добавляет новый проход в список.
-  <**Удалить проход**> – удаляет выделенный проход из списка.

При выделении одного из проходов в данном списке справа на панели <**Параметры прохода**> показываются его свойства. Как уже было сказано выше, кроме основных параметров у прохода имеются дополнительные, состав которых может меняться пользователем. Таблица этих параметров отображается на панели <**Дополнительные параметры**>. Ввод имен и значений параметров осуществляется после щелчка (либо двойного щелчка) мышью по соответствующей ячейке таблицы. Внизу панели расположены кнопки управления таблицей:

-  <**Добавить параметр**> – добавляет новую строку в таблицу дополнительных параметров выделенного прохода.
-  <**Удалить параметр**> – удаляет активную строку из таблицы дополнительных параметров выделенного прохода.
-  – копирует таблицу дополнительных параметров выделенного прохода во все другие проходы активной технологии.

Каждая электроэрозионная операция CAM системы имеет среди своих параметров собственную технологию обработки, которая содержит тот же набор свойств, что и технология из библиотеки режимов обработки. При расчете операция руководствуется той технологией, которая имеется в ее параметрах и никак не взаимодействует с библиотекой. Поэтому, чтобы применить активную технологию из библиотеки, необходимо обязательно скопировать ее параметры в операцию, нажав кнопку  . Свойства технологии операции отображаются на странице <**Технология операции**>. Они могут быть отредактированы, даже если библиотека режимов резания не заполнена. Заполнять библиотеку можно не только на странице <**Библиотека технологий обработки**>, но и со страницы операции. Кнопка  позволяет сохранить текущие свойства технологии операции в библиотеку.

Если библиотека режимов обработки заполнена, то для быстрого поиска технологии обработки с нужными параметрами организована функция подбора ближайшей технологии. При нажатии на кнопку  система анализирует значения полей,

© 2025 ООО СПРУТ Технология

расположенных на странице <**Технология операции**> и ищет среди всех технологий библиотеки ту, свойства которой наиболее подходят к введенным. Алгоритм поиска приблизительно следующий. Среди всех технологий библиотеки выбираются те, где материал заготовки, материал и диаметр проволоки в точности соответствуют заданным. Затем среди найденных ищется технология, способная обеспечить более высокий, но в тоже время самый близкий к указанному, показатель шероховатости поверхности. При этом учитывается, что высота заготовки технологии также должна быть не меньше заданной и наиболее близкой. Если в результате удалось найти подходящую технологию, то система переходит на страницу <**Библиотека технологий обработки**> и активирует найденную технологию. Теперь, чтобы применить эту технологию к операции, необходимо нажать кнопку  . Система снова переключится на страницу <**Технология операции**>, где можно будет подогнать, если нужно, конкретные параметры технологии под конкретный случай обработки.

На той же закладке имеется параметр <**Начальный № прохода**>. Он позволяет задавать номер прохода технологии, с которого будет начинаться обработка. По умолчанию задается значение 1. Однако возникают случаи, когда бывает необходимо производить обработку по определенной технологии, но не с самого начала. Такая потребность может возникнуть, например, в случае разделения обработки одного участка детали на несколько операций. Тогда в стратегии первой операции число проходов задается меньше, чем имеется в технологии, а в последующей операции указывается начальный номер прохода отличный от 1. Приближенная последовательность выполнения проходов с указанием их номеров отображается на информационной панели <Список проходов(see page 1356)> закладки <**Стратегия**> окна параметров операции.

Сопутствующие ссылки:

Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

5.13.2.3 Стратегия электроэрозионных операций обработки контура и операции Резка 4D

Задание множества параметров, определяющих стратегию обработки детали, производится в окне <**Параметры операции**> на странице <**Стратегия**>. Открытие окна производится с помощью кнопки <**Параметры**>, расположенной на закладке <**Технология**>. На странице представлено множество панелей с полями ввода и поясняющими рисунками. Состав панелей определяется типом текущей операции.

Операции электроэрозионной обработки контура включают следующий набор параметров:

- <**Тип коррекции**> – определяет способ, при помощи которого формируется смещение проволоки относительно заданного контура.



Доступны следующие типы коррекции:

- <**Компьютер**> – система сама рассчитывает уже откорректированную траекторию перемещения проволоки и коды включения коррекции в управляющую программу не выводятся. В регистры, отвечающие за величину коррекции, значения смещений не заносятся.
- <**Стойка**> – система выводит в управляющую программу коды включения коррекции, и не рассчитывает смещение проволоки. В регистры, отвечающие за величину

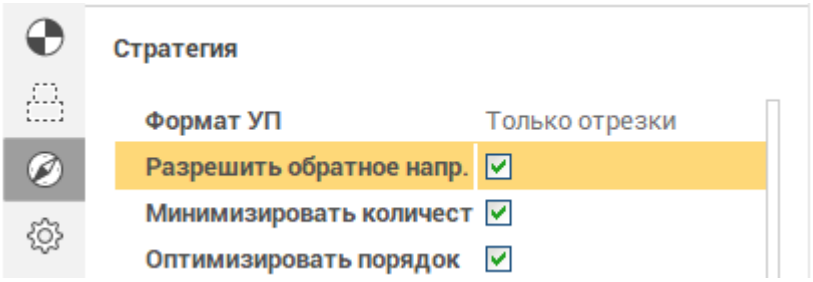
коррекции, заносятся значения смещений для каждого прохода. Коррекция полностью рассчитывается стойкой ЧПУ.

- <**Оба**> – система выводит в управляющую программу траекторию уже с учетом смещений, но при этом в управляющую программу выводятся также и коды включения коррекции. Регистры, отвечающие за величину коррекции, системой не заполняются.
- <**Оба с инверсией**> – коррекция рассчитывается аналогично типу <**Оба**>, но направление коррекции меняется на противоположное.
- <**Выключена**> – смещение проволоки относительно заданного в рабочем задании контура не производится. Коды коррекции в управляющую программу не выводятся. Регистры, отвечающие за величину коррекции, системой не заполняются.

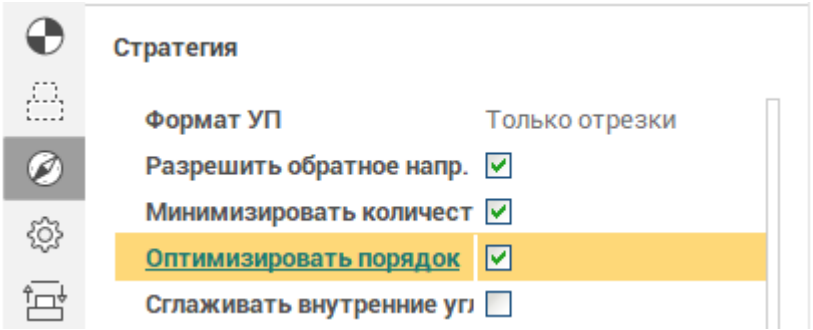
Величина коррекции для каждого прохода определяется как <Величина смещения(see page 1352)>, заданная в окне <**Режимы**> для конкретного прохода, плюс величина припуска, заданная в параметрах операции. Для типов коррекции <**Компьютер**>, <**Оба**> и <**Оба с инверсией**> на данную величину системой строится эквидистанта, а для случая <**Стойка**> эта величина заносится в регистр с номером равным <Коду смещения(see page 1352)>, указанному для соответствующего прохода в окне <**Режимы**>.

Направление коррекции устанавливается для каждого контура индивидуально внутри рабочего задания операции(see page 1332), в зависимости от типа контура: <**Выступ**> или <**Отверстие**>.

- <**Переменное направление проходов**> – при включении данной опции система будет выбирать то направление обхода контура, которое обеспечивает наименьшую длину траектории. Если опция выключена, то направление обхода всегда будет соответствовать тому, которое указано в рабочем задании(see page 1333) для данного контура.



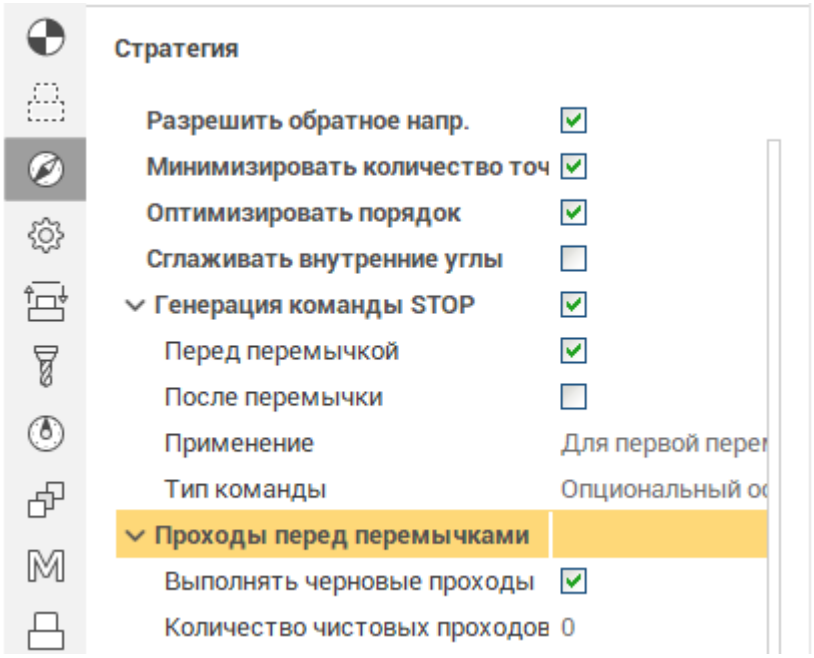
- <**Оптимизировать порядок обработки**> – параметр определяет последовательность обхода контуров, в случае, если в рабочем задании указано более одного контура. При включенном параметре последовательность обхода выбирается таким образом, чтобы длина переходов между контурами была минимальной. Если параметр выключен, то последовательность обхода будет соответствовать порядку расположения контуров в рабочем задании операции(see page 1332).



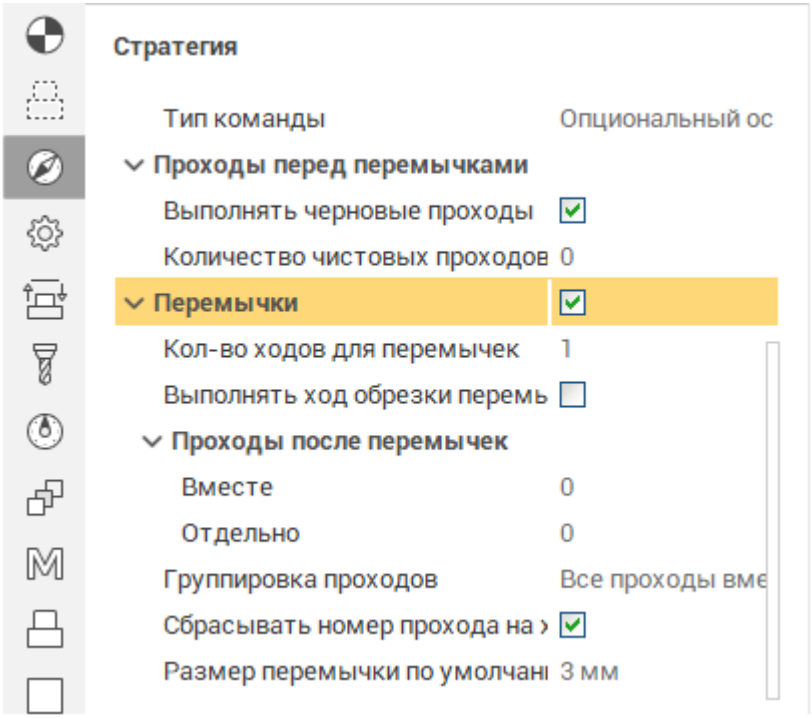
- <**Проходы до перемычек**> – параметры на этой панели определяют количество проходов, которое будет выполнено для каждого контура рабочего задания перед тем, как будет произведена обрезка перемычек. Если формирование перемычек

© 2025 ООО СПРУТ Технология

отключено, то данные параметры определяют общее количество проходов для каждого контура. Если опция <Выполнять черновой проход> включена, то для каждого конура будет выполнен один черновой проход, а также столько чистовых проходов, сколько определено в поле <Число чистовых проходов>. При выключении данной опции ни черновой, ни чистовые проходы до обрезки перемычек не выполняются. Приближенная последовательность выполнения проходов, в зависимости от установленных параметров, отображается на информационной панели <Список проходов(see page 1404)>.



- <**Перемычки**>. В некоторых случаях, например, если рабочее задание представляет собой ряд замкнутых контуров, проход по полному контуру детали может привести к нежелательным выпадениям частей заготовки. Система предоставляет определенный набор параметров, позволяющих оставлять на заготовке специальные недоработанные участки, называемые перемычками. При достижении проволокой подобных участков, системой будут формироваться технологические остановы(see page 1404), после которых должны быть предприняты некоторые дополнительные меры по фиксации определенных участков заготовки. Затем недоработанные перемычки могут быть автоматически подрезаны. Параметры и расположение перемычек на контурах следует указывать в рабочем задании операции(see page 1347). На панели <**Перемычки**> задаются параметры, определяющие количество проходов для обрезки перемычек, количество проходов для зачистки контура после обрезки перемычек, а также параметры определяющие последовательность выполнения данных проходов. Если опция <**Включить**> не установлена, то обрезка перемычек не выполняется, как не выполняются и чистовые проходы после обрезки перемычек. Соответственно, все поля на панели становятся недоступными.



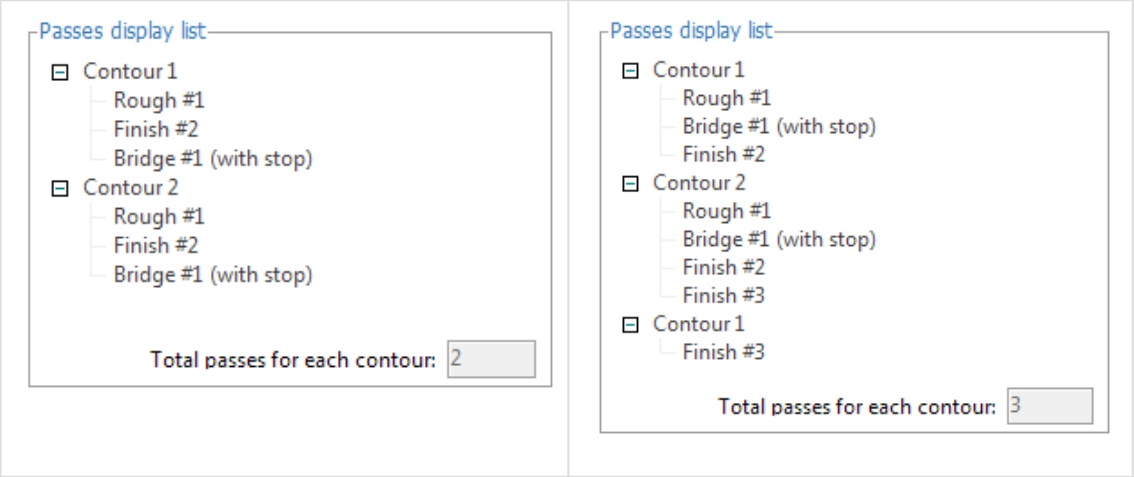
В поле <**Число проходов для перемычек**> задается количество проходов, которое будет выполнено для обрезки каждой перемычки каждого контура. Если при этом установлена опция <**Сбрасывать номер прохода на перемычках**>, то отсчет номера прохода, который определяет условия резания, будет производится с начала, т.е. с того значения, которое установлено на закладке <**Режимы**> в поле <Нач. № прохода(see page 1352)>. Иначе отсчет номера прохода будет продолжен. То есть, если последний проход до обрезки перемычек имел номер N, то первому проходу обрезки перемычки будет присвоен номер N+1, второму – N+2 и т.д.

При выключенной опции <**Срезать перемычки на чистовом проходе**> после выполнения последнего прохода до обрезки перемычек будет выполнен отход. Затем будет осуществлен подход в точку начала перемычки и будет произведена ее обрезка. Если опцию <**Срезать перемычки на чистовом проходе**> включить, то отход на последнем проходе до обрезки перемычек произведен не будет, а будет сразу выполнена обрезка перемычки.

Поля <**Совместные проходы после перемычек**> и <**Раздельные проходы после перемычек**> вместе определяют количество чистовых проходов после обрезки перемычек, которое будет выполнено по всей длине каждого контура из рабочего задания для зачистки получаемой поверхности детали. Различаются эти параметры последовательностью выполнения проходов в случае, если количество контуров больше 1. Пример последовательности для каждого из типов чистовых проходов показан на рисунке ниже.

Последовательность выполнения "совместных" проходов:	Последовательность выполнения "раздельных" проходов:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

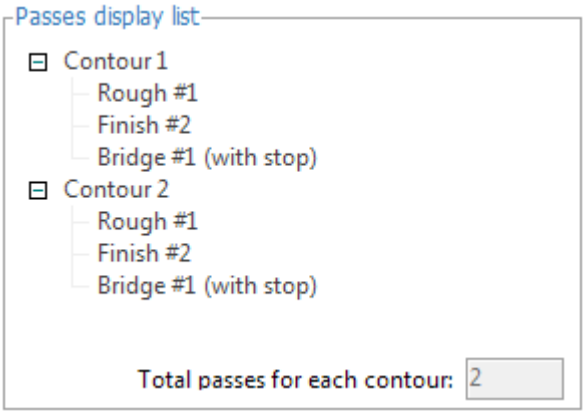


В выпадающем списке <**Группировка проходов**> можно выбрать способы группировки различных типов проходов для случая наличия в рабочем задании нескольких контуров. В списке доступны следующие пункты:

- <**Все проходы вместе**> – все черновые проходы, проходы обрезки перемычек и чистовые проходы выполняются сначала для одного контура, лишь затем происходит переход к следующему контуру.
- <**Перемычки и чистовые вместе**> – сначала выполняются черновые проходы для всех контуров, затем проходы обрезки перемычек и чистовые проходы выполняются вместе для каждого контура.
- <**Черновые, перемычки и чистовые раздельно**> – сначала для всех контуров выполняются черновые проходы без обрезки перемычек, затем для всех контуров производится обрезка перемычек без выполнения чистовых проходов и, наконец, выполняются чистовые проходы для всех контуров.

Приближенная последовательность выполнения проходов, в зависимости от установленных параметров отображается на информационной панели <**Список проходов**>.

- <**Список проходов**>. На странице <**Стратегия**> для эрозионных операций обработки контура представлено множество параметров, переключая которые можно управлять способом и порядком обработки контуров рабочего задания. Для лучшего понимания влияния того или иного параметра на последовательность обработки в том же окне расположена информационная панель <**Список проходов**>. При изменении какого-либо параметра, влияющего на стратегию обработки, меняется также и содержимое данной информационной панели. Большую часть панели занимает область просмотра в виде двухуровневого дерева проходов. В данном дереве элементами верхнего уровня отображаются номера контуров, а элементами нижнего уровня отображаются типы проходов с указанием номера, который определяет условия резания для соответствующего прохода. В нижней части панели находится поле, служащее для отображения наибольшего для каждого контура номера прохода, определяющего условия резания.

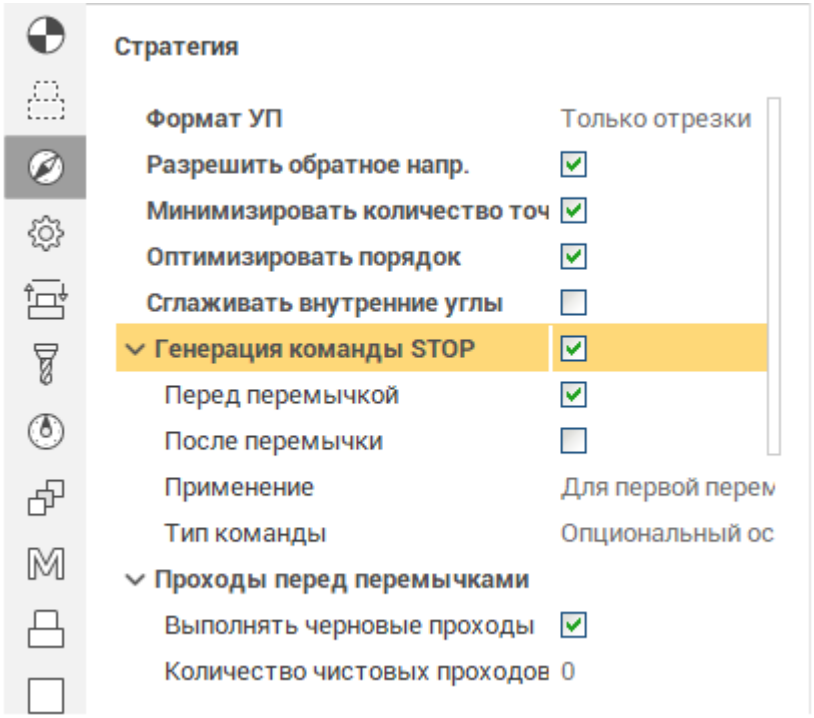


***Примечание**: Информационная панель <**Список проходов**> служит только для отображения информации. Все поля, находящиеся на ней, доступны только для чтения. Управлять содержимым окна можно лишь при помощи параметров, расположенных на других панелях того же окна. Информация, показываемая на панели, является приближенной и может не соответствовать реальной последовательности обработки, так как при ее формировании не учитывается действительная геометрия контуров, находящихся в рабочем задании операции. С целью исключения необходимости заполнения окна параметров лишь после указания рабочего задания операции, список проходов заполняется всегда на примере двух абстрактных контуров.*

***Примечание**: При задании количества проходов в стратегии необходимо внимательно следить за тем, чтобы максимальный номер прохода в поле <**Всего проходов для каждого контура**> совпадал с количеством проходов, определенных при задании условий резания на закладке <Режимы(see page 1352)>. В случае несоответствия количества проходов на детали может оставаться недоработанный материал.*

- <**Параметры останова**>. Опции, расположенные на этой панели, позволяют регулировать вывод команд технологического останова в управляющую программу на проходах обрезки перемычек. Команды технологического останова выводятся в управляющую программу только при выставленной опции <**Включить**>. Следующие две опции определяют момент вывода останова. При наличии галочки в поле <**Перед перемычкой**> команда останова будет выведена после выполнения подхода к началу перемычки, т.е. перед ее обрезкой. При наличии галочки в поле <**После перемычки**> команда останова будет выведена после выполнения обрезки, но перед выполнением отхода из конечной точки перемычки в точку обрезки проволоки. Эти опции работают независимо, т.е. могут быть выставлены одновременно.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

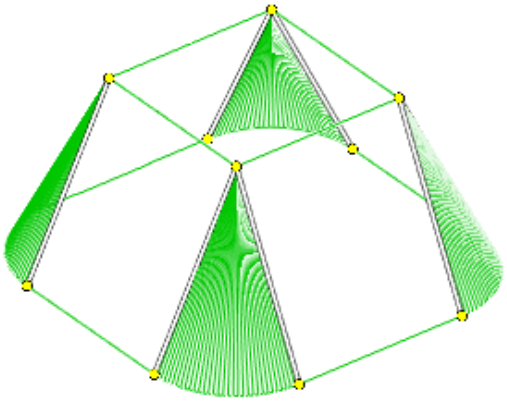
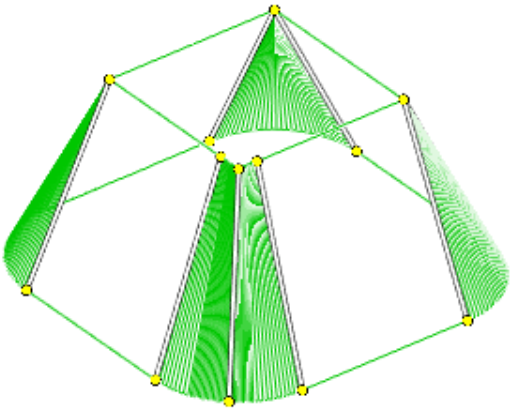


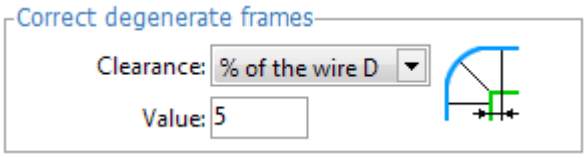
Выпадающий список <**Использование**> определяет, для каких перемычек следует использовать технологические остановы. Возможны следующие варианты:

- <**Для каждой перемычки**> – команды технологического останова будут выводиться в управляющую программу при обрезке каждой перемычки, заданной в операции.
- <**Для первой перемычки в контуре**> – команды технологического останова будут выводиться в управляющую программу только при достижении первой перемычки каждого контура.
- <**Для первой перемычки в операции**> – команда технологического останова выводится в управляющую программу только при обрезке первой перемычки данной операции.

Параметр <**Тип команды**> определяет конкретный тип выводимой команды технологического останова и может принимать два значения:

- <**Опциональный останов (M01**)> – команда "опциональный" или "дополнительный" останов позволяет, в отличие от обычной команды останова, переключателем в стойке ЧПУ указывать необходимость прерывания выполнения управляющей программы. Обычно данной команде соответствует вспомогательный код <**M01**>.
- <**Останов (M00**)> – команда осуществляет безусловное прерывание выполнения управляющей программы. Обычно ей соответствует вспомогательный код <**M00**>.
- <**Исправлять вырожденные кадры**>. Функция исправления вырожденных кадров доступна в операции <4D электроэрозионная обработка контура(see page 1371)>. Иногда при задании соответствий элементов верхнего и нижнего контуров получаются случаи, когда элементу на одном контуре, соответствует элемент нулевой (или близкой к нулевой) длины на другом контуре. В приведенном ниже примере на рисунке слева дугам на нижнем контуре соответствуют вырожденные сегменты верхнего. Часто стойки ЧПУ не способны обрабатывать подобные случаи, т.к. им не хватает геометрической информации в вырожденных кадрах, например, для отработки коррекции. Поэтому подобных случаев следует избегать. Достигается это либо вручную при указании соответствий в рабочем задании операции(see page 1332), либо использованием функции исправления вырожденных кадров. В последнем случае система сама распознает в контурах кадры очень малой длины и "раздвигает" их на определенную величину, как показано на приведенном рисунке справа.

Контур с вырожденными кадрами:	Контур с одним исправленным кадром:
	



На панели <**Исправлять вырожденные кадры**> можно включить или выключить функцию, а также указать величину, на которую следует раздвигать вырожденные элементы. В выпадающем списке <Зазор> доступны следующие пункты:

- <**Выкл**.> – при выборе данного пункта функция исправления вырожденных кадров отключена.
- <**Расстояние**> – функция включена. Величина зазора, вводимая в текстовом поле ниже, задается в текущих единицах измерения системы (миллиметрах или дюймах).
- <**% D проволоки**> – функция включена. Величина зазора, вводимая в текстовом поле ниже, задается в процентах от установленного диаметра проволоки.

Сопутствующие ссылки:

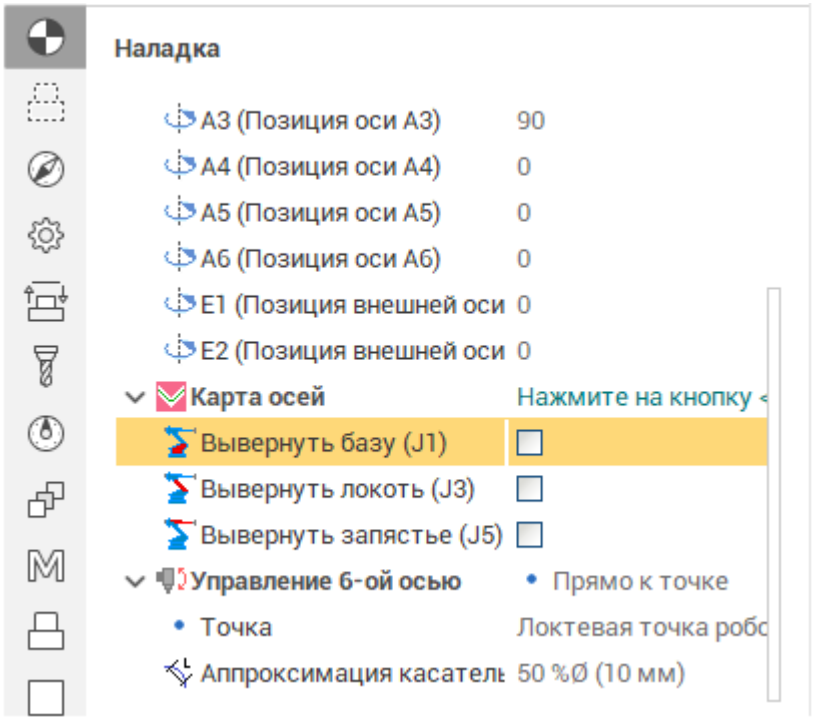
Обработка на электроэрозионных станках(see page 1366)

5.14 Обработка промышленными роботами

CAM система позволяет программировать промышленные роботы для обрезки, фрезеровки, окраски и других целей. Для программирования движения исполнительного органа вдоль контура или поверхности используются те же операции, что и при обработке на фрезерных станках(see page 788). Но в случае, если активным оборудованием является робот, каждая операция имеет ряд дополнительных параметров для управления его конфигурацией и "лишними" степенями свободы.

В отличие от станков, робот может иметь несколько состояний для позиционирования рабочего органа в одну и ту же позицию. Выбор конкретного состояния, которое будет использоваться в выбранной операции, осуществляется галочками <Вывернуть базу>, <Вывернуть локоть>, <Вывернуть запястье>.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



В данной главе описаны следующие особенности программирования роботов:

Настройка системы координат инструмента и заготовки(see page 1412)

Управление 6й осью робота(see page 1416)

Управление рельсами(see page 1419)

Управление глобусным столом(see page 1420)

Обход недостижимых позиций и сингулярностей(see page 1423)

Формирование переходов(see page 1432)

5.14.1 Настройка системы координат инструмента и заготовки

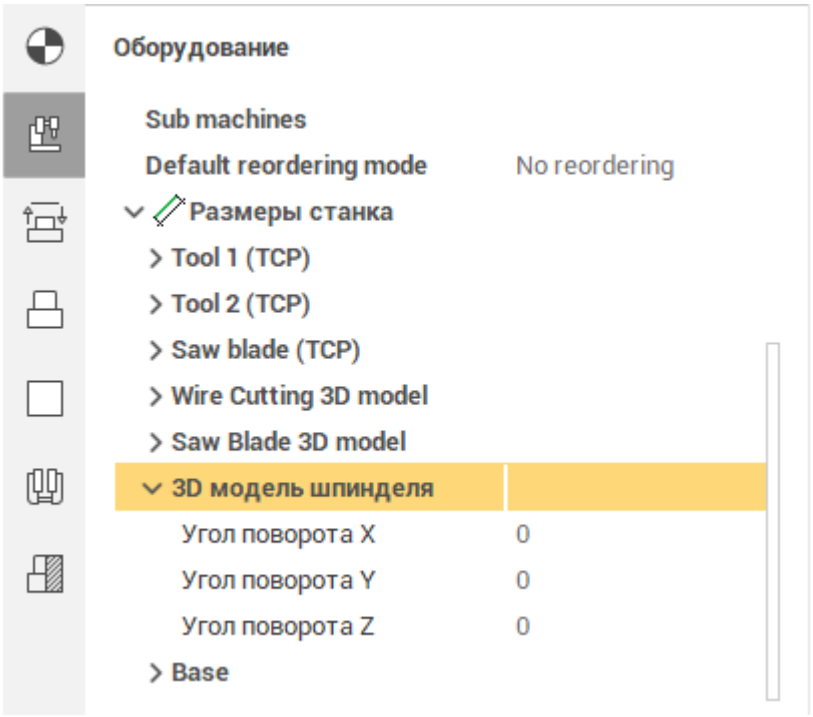
1) Настройка инструментального блока (шпиндель, резак)

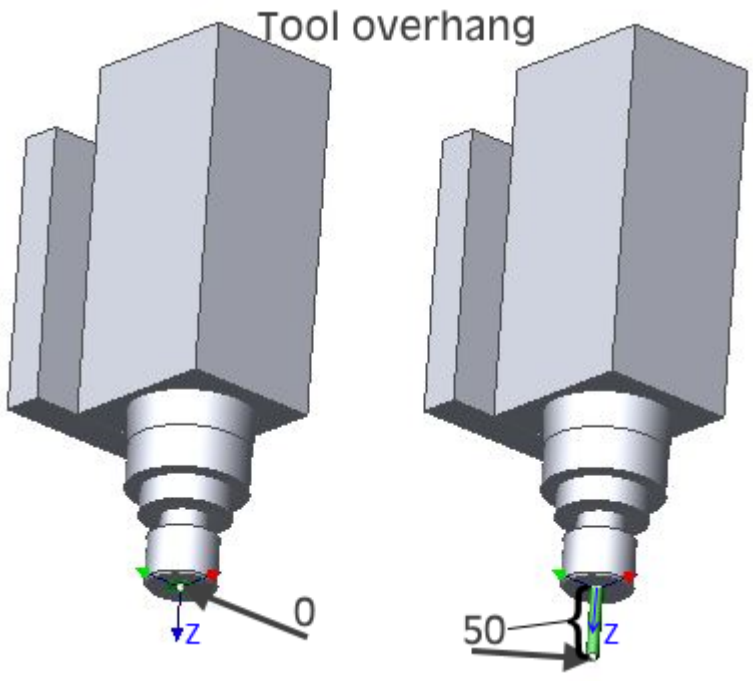
В роботах настройка инструмента осуществляется путем задания смещения и углов поворота относительно центра инструментальной системы координат.

1. Сначала нужно установить положение и ориентацию инструментального блока.

- Проведите калибровку системы координат инструмента на реальном роботе как указано в документации. Учтите, что в результате настройки системы координат положительная ось Z должна быть направлена в сторону вылета инструмента.
- Введите полученные значения в поля <Machine dimensions><Tool>, которые указаны на первом рисунке. Углы A, B, C (W, P, R) задаются один раз, до тех пор пока не будет произведена переустановка, замена инструментального блока.
- Если для калибровки инструментального блока использовался дополнительный инструмент (смотрите второй рисунок) заполните поле <Tool overhang> значением равным длине инструмента, иначе оставьте равным 0.
- Пункт <3D модель шпиделя> отвечает за повороты 3D модели инструментального блока относительно новой системы координат, этот параметр не влияет на ориентацию инструмента и полученную траекторию.
- Чтобы использовать заданное положение инструментального блока в текущей схеме робота по-умолчанию, заполните эти же значения в файле .xml схемы робота (строка в .xml для примера:

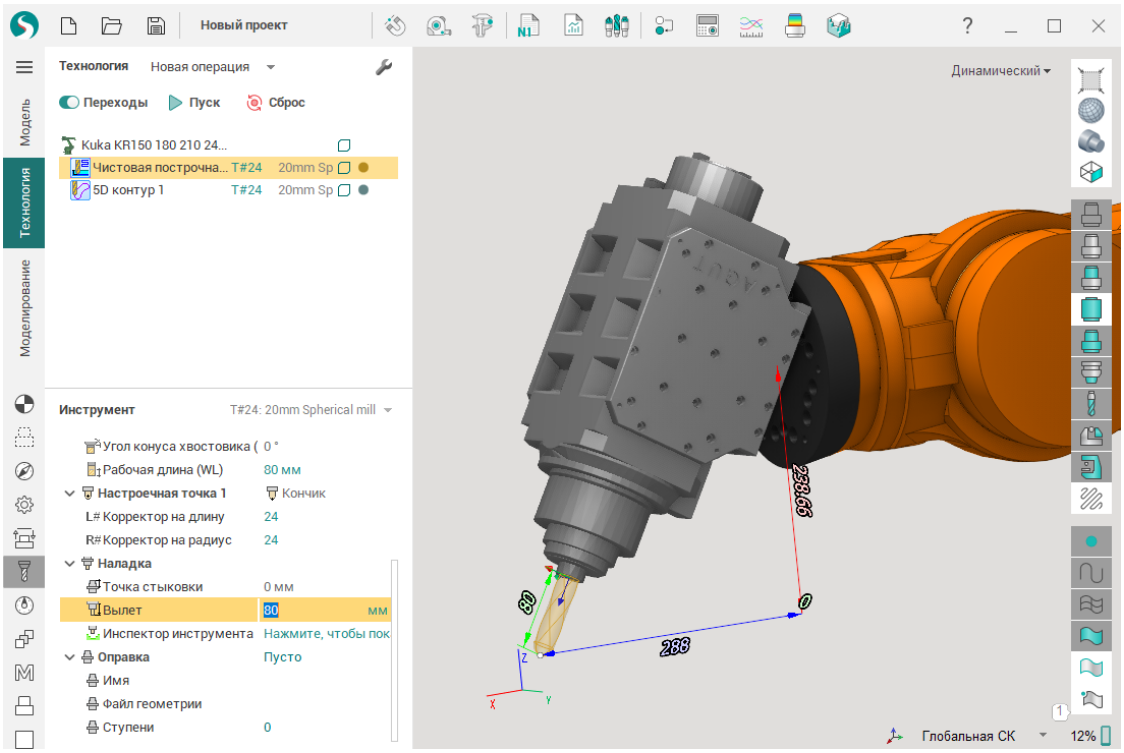
<X DefaultValue="134.83"/>).





2) Каждый новый инструмент задается в операции на закладке <Инструмент> кликнув мышкой в поле <Вылет> (как показано на рисунке ниже). При этом в графическом окне отобразится базовая точка на фланце 6-й оси робота, цепочка из 3-х размеров до кончика инструмента и величина вылета инструмента из инстр. блока. Красным цветом обозначена ось-X, зеленым-Y, синим-Z. Вылетом и размерами по трем осям к центральной точке инструмента (TCP) можно управлять интерактивно. Все четыре размера связаны в размерную цепочку, это означает что при изменении любого из них три других будут автоматически пересчитываться так, чтобы размерная цепочка не нарушалась. Для изменения любого из элементов щелкните на нем левой кнопкой мыши и введите новое значение используя либо клавиатуру, либо вращая колесо мыши.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

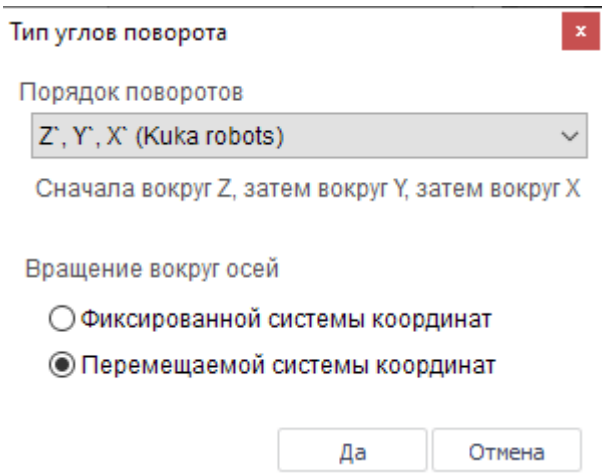


3) В роботах различных производителей может отличаться способ задания углов поворота системы координат.

Например для роботов Fanuc порядок поворота будет: Сначала вокруг X, затем вокруг Y, затем вокруг Z.

Для роботов KUKA порядок поворотов: Сначала вокруг Z, затем вокруг Y, затем вокруг X.

В CAM системе все роботы уже настроены корректно. Но если требуется работать с нестандартным типом робота для переключения между способами задания углов следует пользоваться окном <Тип углов поворота> которое можно вызвать из следующих окон: <Создание новой СК>, <3D преобразования> и <Установ>. Вид окна представлен ниже.



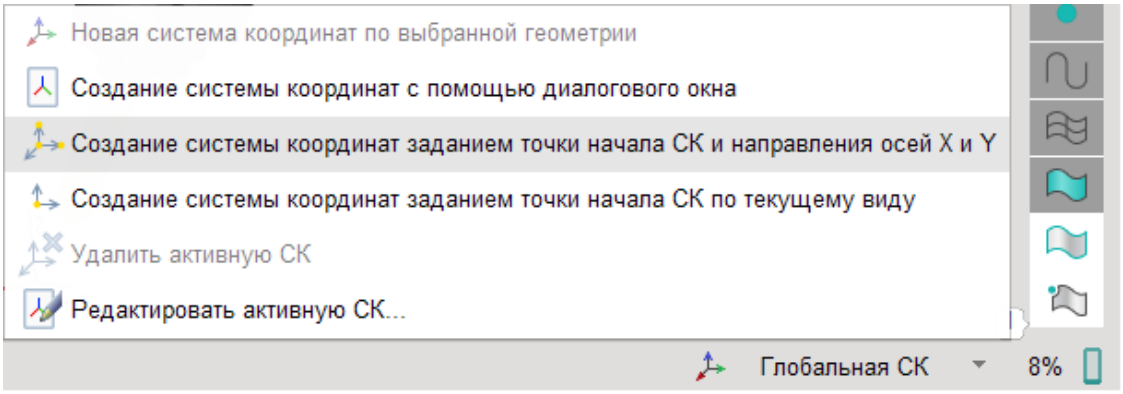
2) Настройка пользовательской системы координат

Здесь приведен общий способ:

1) На роботе настроить пользовательскую систему координат через 3 точки (большинство роботов используют такой способ: 1 точка - центр, 2 - направление оси X, 3 - указывает плоскость XY. В результате получаем номер системы координат и значения XYZ ABC (WPR, RxRyRz, q1q2q3q4).

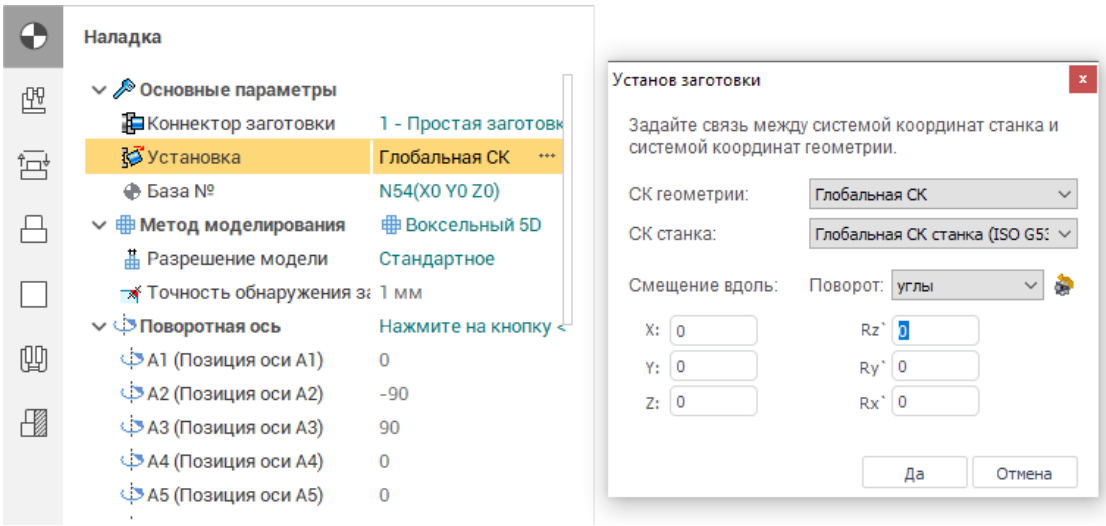
2) В CAM системе повторить действия проведенные на роботе в следующем порядке:

- Создать пользовательскую систему координат <Заданием точки начала СК и направления осей X и Y> и на 3д модели детали (заготовки, оснастки) нужно указать те же 3 точки, что были выбраны до этого.

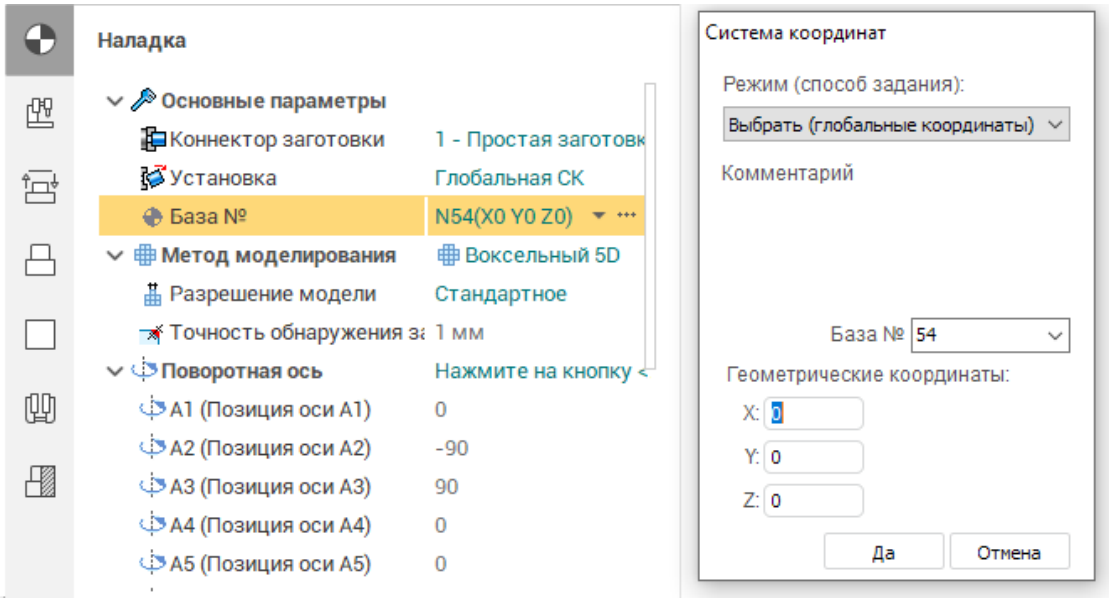


- В окне <Установ> <СК геометрии> выбрать вновь созданную систему координат. Поля координат заполняем значениями XYZ ABC (WPR,RxRyRz,q1,q2,q3,q4) полученными на роботе.
- В окне <Система координат> <Способ задания> снова выбрать вновь созданную систему координат. В поле <Номер ЛСК> указываем номер системы координат которая будет использоваться в программе. (По умолчанию стоит 54 т.к это стандартная система координат большинства станков).
- После проведенных действий положение детали, заготовки, оснастки в CAM системе должно совпадать с их положением относительно существующего робота.

Правильней всего устанавливать пользовательскую систему координат не в отдельных операциях, а на главной вкладке с названием робота.

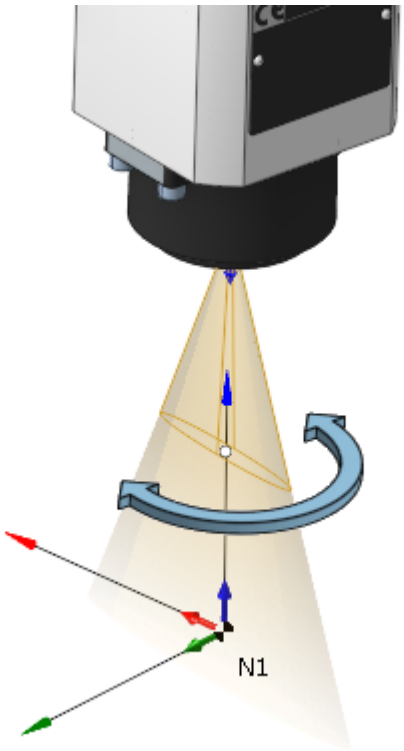


© 2025 ООО СПРУТ Технология



3) Положение пользовательской СК можно сохранить в схему робота (.xml файл), чтобы не задавать её каждый раз при создании нового проекта. После импорта деталь оказывается сразу в рабочей зоне робота, если же не задавать наладочные размеры деталь может оказаться далеко в стороне от робота или внутри модели робота, что может усложнить её дальнейшее позиционирование.

5.14.2 Управление 6й осью робота



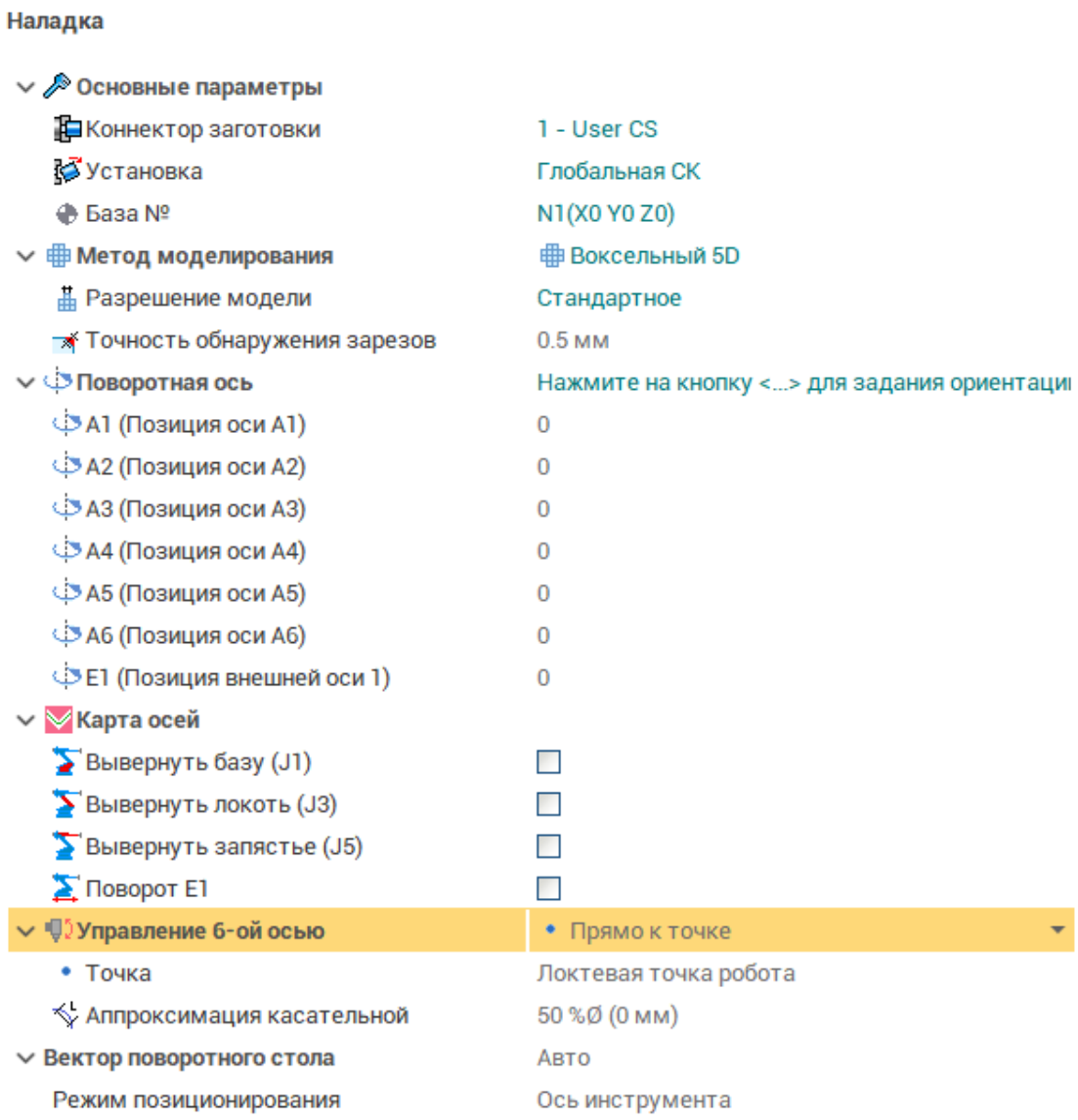
Для позиционирования осевого инструмента (фреза, луч, струя) необходимо пять степеней свободы. Стандартный промышленный робот имеет 6 осей. В том случае если инструмент не соосен с осью вращения последнего сустава робота, то существует бесконечное множество вариантов позиционирования робота в определенную точку за счет поворота инструмента вокруг собственной оси. Это дает дополнительную гибкость в достижении

труднодоступных зон, а также помогает обходить различного рода кинематические сингулярности и избегать механических столкновений узлов оборудования.

В **CAM системе** предусмотрено два способа позиционирования оси 6го сустава:

- автоматический,
- ручной.

Вы можете управлять этим через инспектор свойств операции.

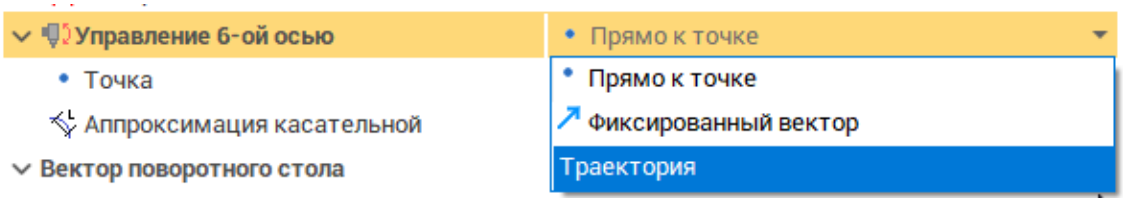


5.14.2.1 Автоматический способ

Автоматический способ представлен несколькими режимами управления 6-й осью.

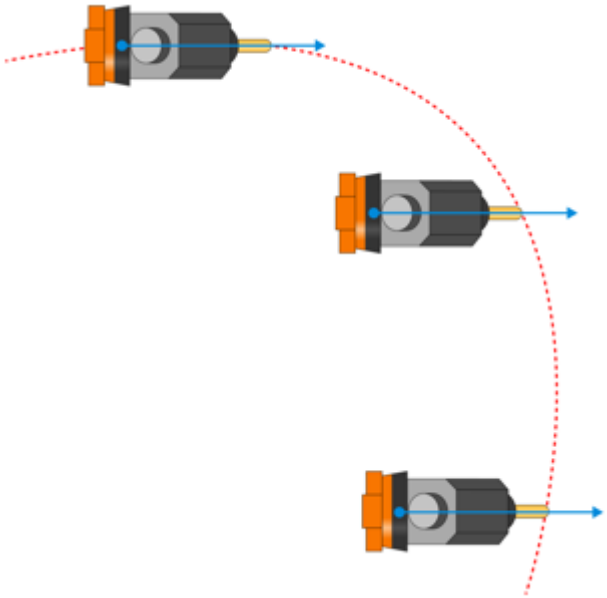
- Прямо к точке.
- Фиксированный вектор.
- Траектория.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



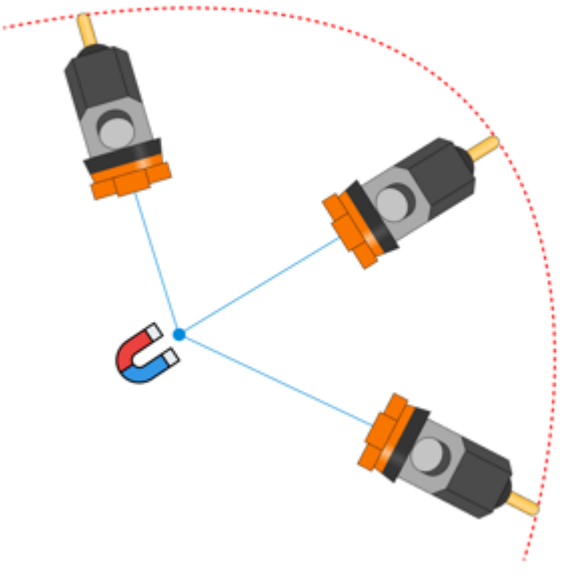
Фиксированный вектор

В этом режиме вы задаете ось (трехмерный вектор) вдоль которого будет выравниваться ось Z фланца робота (вектор фланца инструмента).



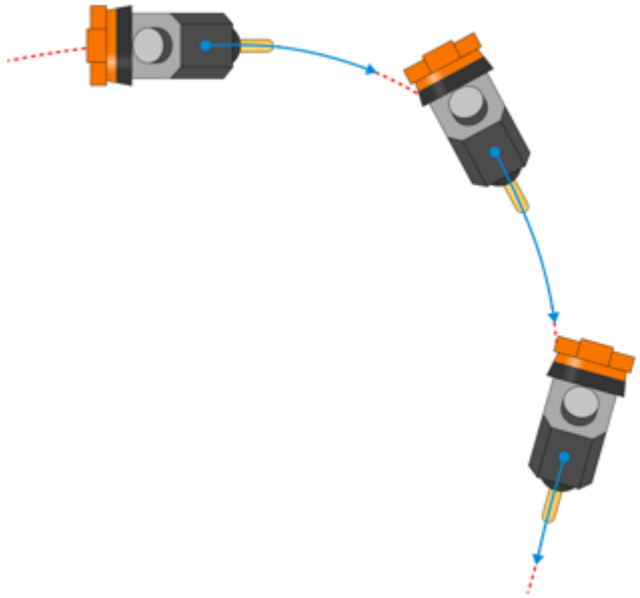
Прямо к точке

В данном режиме вы указываете 3d точку в которую должен быть направлен вектор фланца робота во время обработки.



Траектория

В этом режиме одна из осей СК инструмента выравнивается вдоль касательной к траектории в каждой точке.



Опционально вы также можете задать **Точность аппроксимации касательной** и постоянное **Угловое отклонение от касательной к траектории** в каждой точке.

5.14.2.2 Ручной способ

Ручной способ программирования 6-й оси выполняется при помощи Карты осей робота(see page 1423).

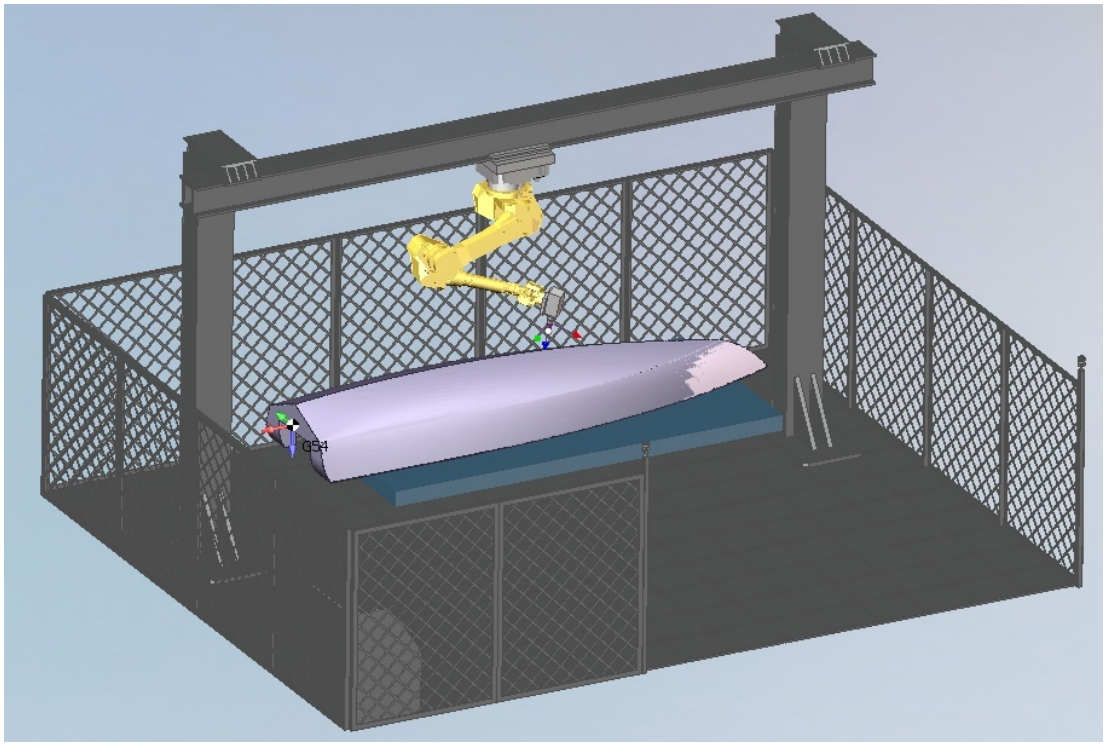
Также возможно совмещение обоих способов: использование автоматического закона для большей части траектории и применение дополнительных коррекций 6-й оси в некоторых местах траектории при помощи Карты осей робота.

5.14.3 Управление рельсами

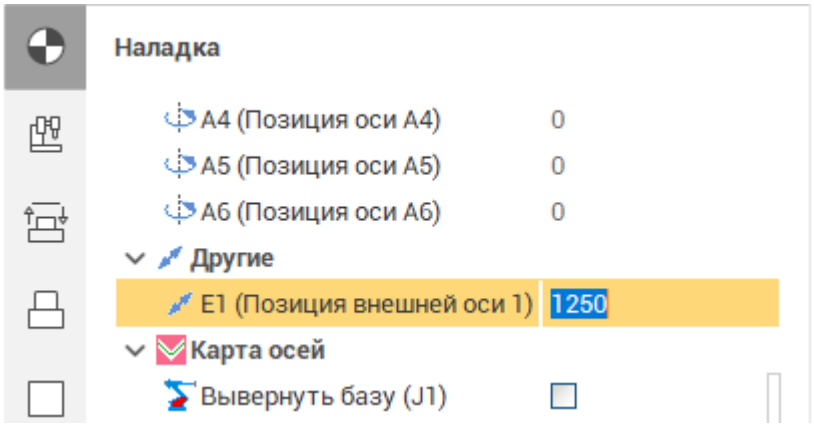
Часто, для увеличения рабочей зоны, промышленный робот устанавливается на рельсе. **CAM система** поддерживает автоматическое управление до трех рельсов.

Робот подвешенный на рельсе

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Если в кинематической схеме роботизированной ячейки имеются рельсы, то в каждой операции появятся параметры, определяющие способ перемещения по ним.

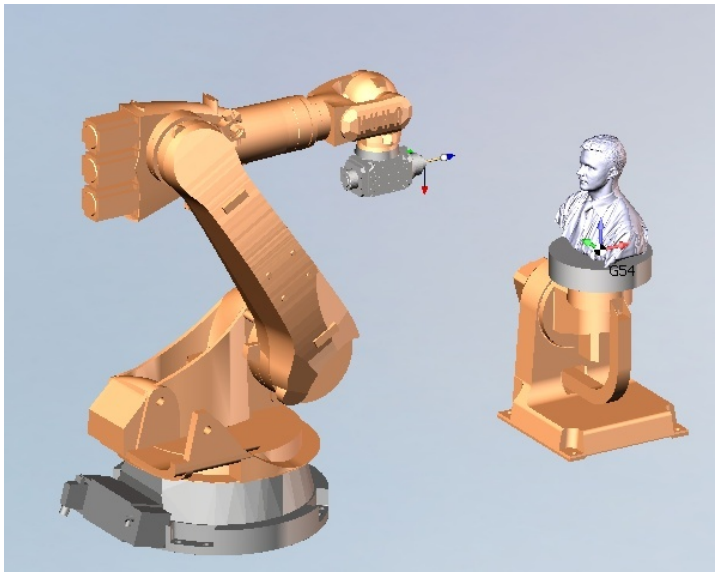


Внимание!

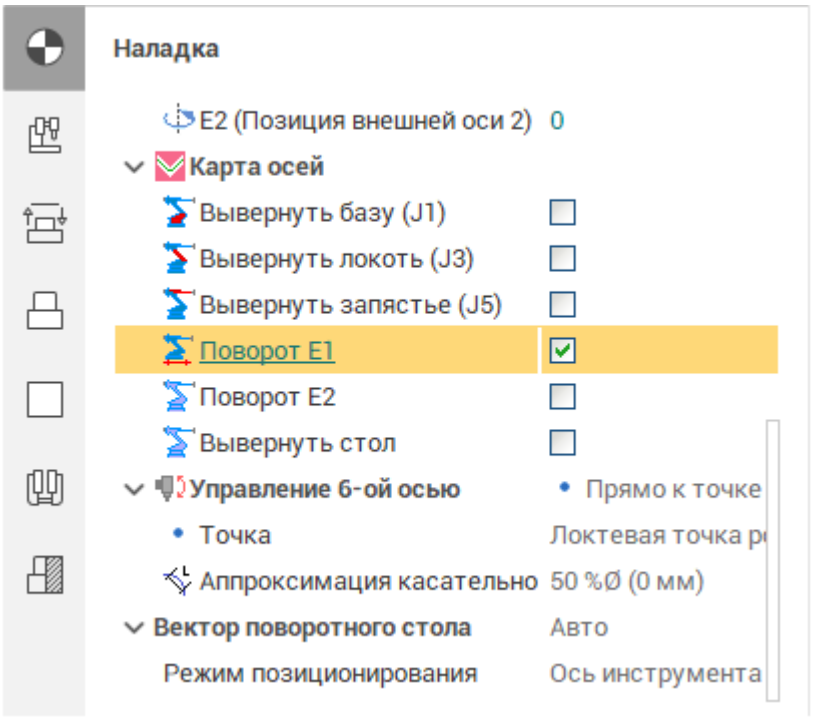
Если робот подвешен на рельсе, и обработка производится непосредственно под ним, то нулевая относительная позиция скорее всего вызовет появление сингулярности по первой оси. В этом случае необходимо сместить робот в сторону, задав достаточную величину относительного смещения.

5.14.4 Управление поворотным (глобусным) столом

Роботизированная ячейка с глобусным столом

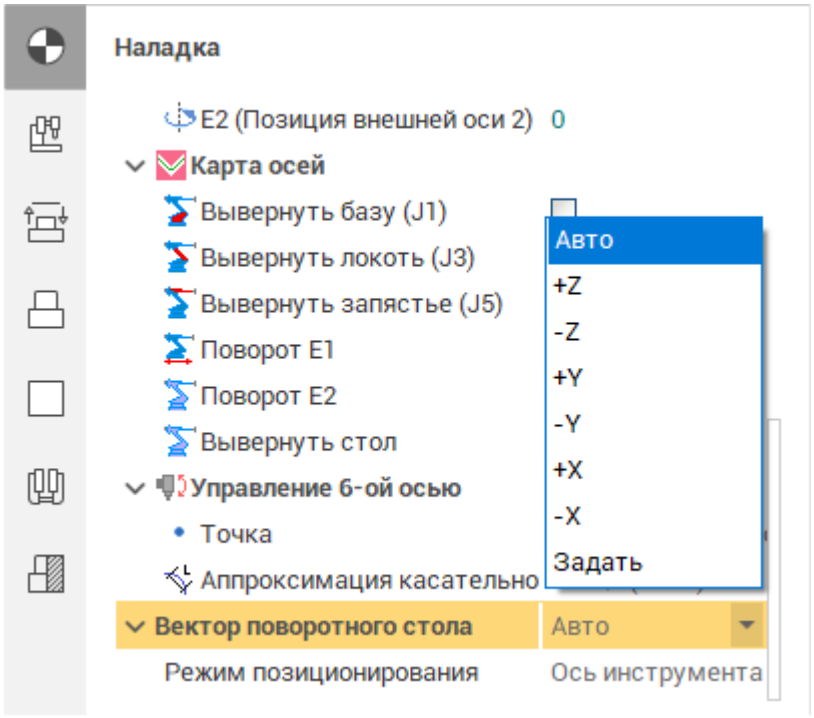


Роботизированная ячейка может оснащаться поворотным или глобусным столом, который имеет соответственно одну или две дополнительные поворотные оси. Таким образом суммарное количество управляемых осей может достигать восьми. Если в кинематической схеме активного робота имеется поворотный стол, то в каждой операции появляются дополнительные параметры для его контроля.

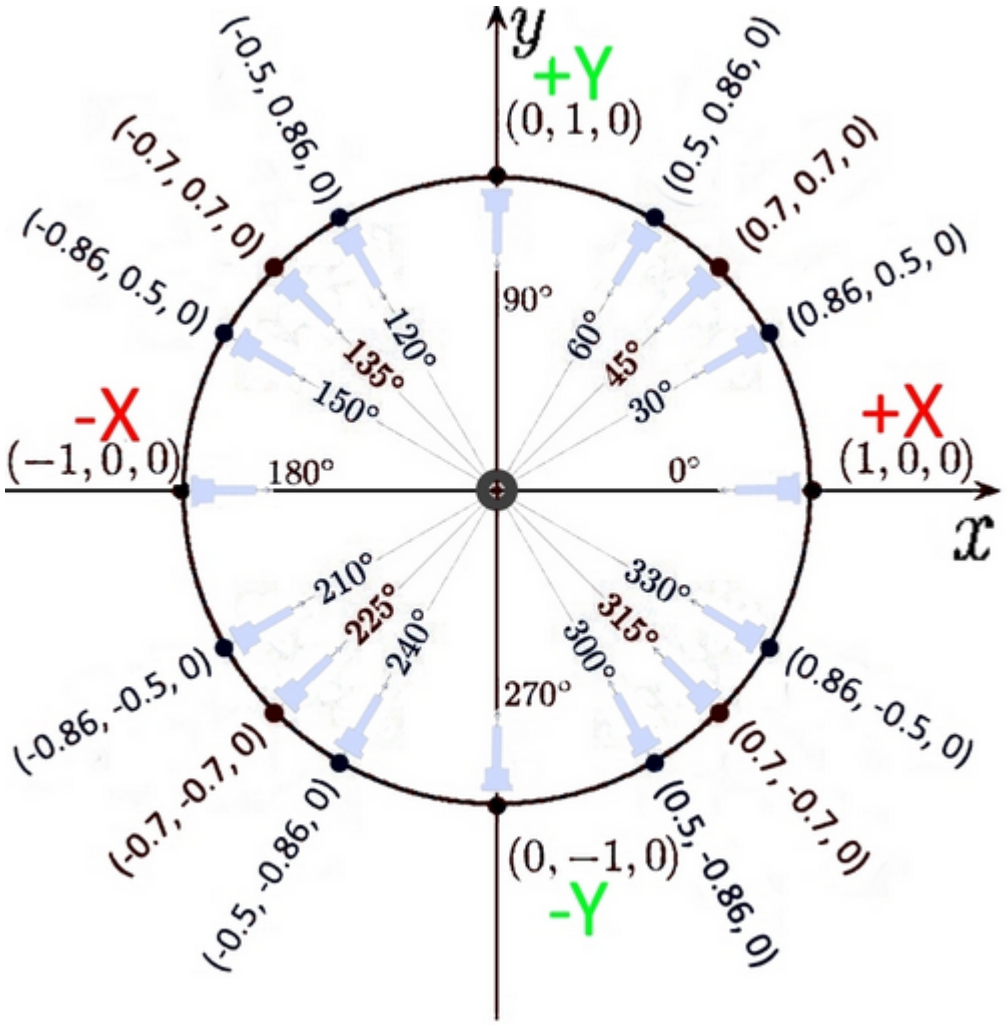


Если используется опция автоматического поворота стола, инструмент должен находиться с одной стороны от стола на протяжении всей операции. С помощью параметра <Вектор поворотного стола> можно установить с какой стороны от стола будет находиться инструмент (вектор направления оси инструмента к центру стола в глобальной системе координат робота).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



На схеме расположенной снизу указаны примеры задания векторов для разных углов.



5.14.5 Обход недостижимых позиций и сингулярностей

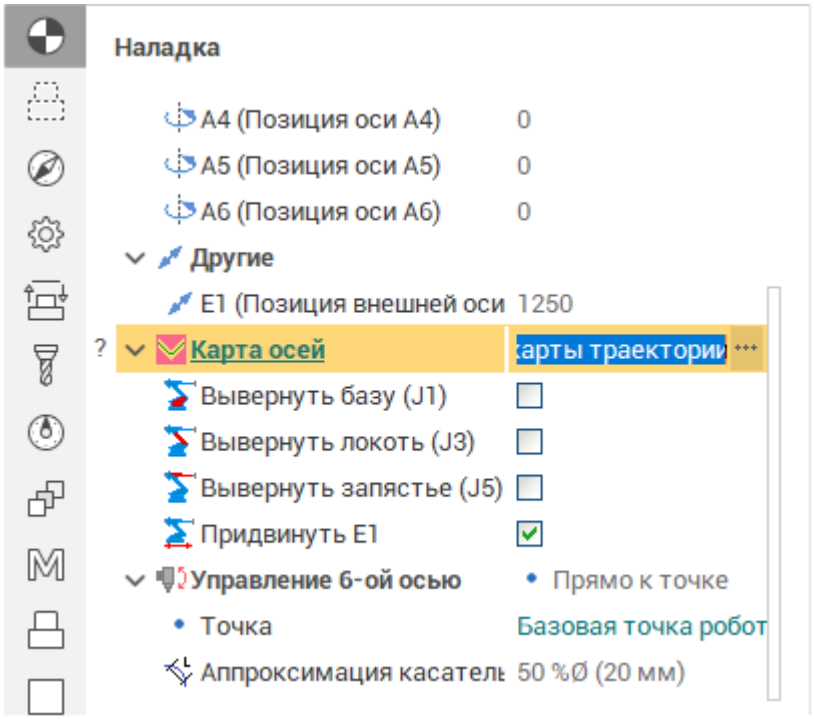
Особенностью программирования робота является наличие у него "лишних" степеней свободы. Это обеспечивает бесконечное множество вариантов позиционирования в заданную точку. Способы автоматического выбора подходящей позиции описаны в главах:

- Управление 6й осью робота(see page 1416)
- Управление рельсами(see page 1419)
- Управление поворотным (глобусным) столом(see page 1420)

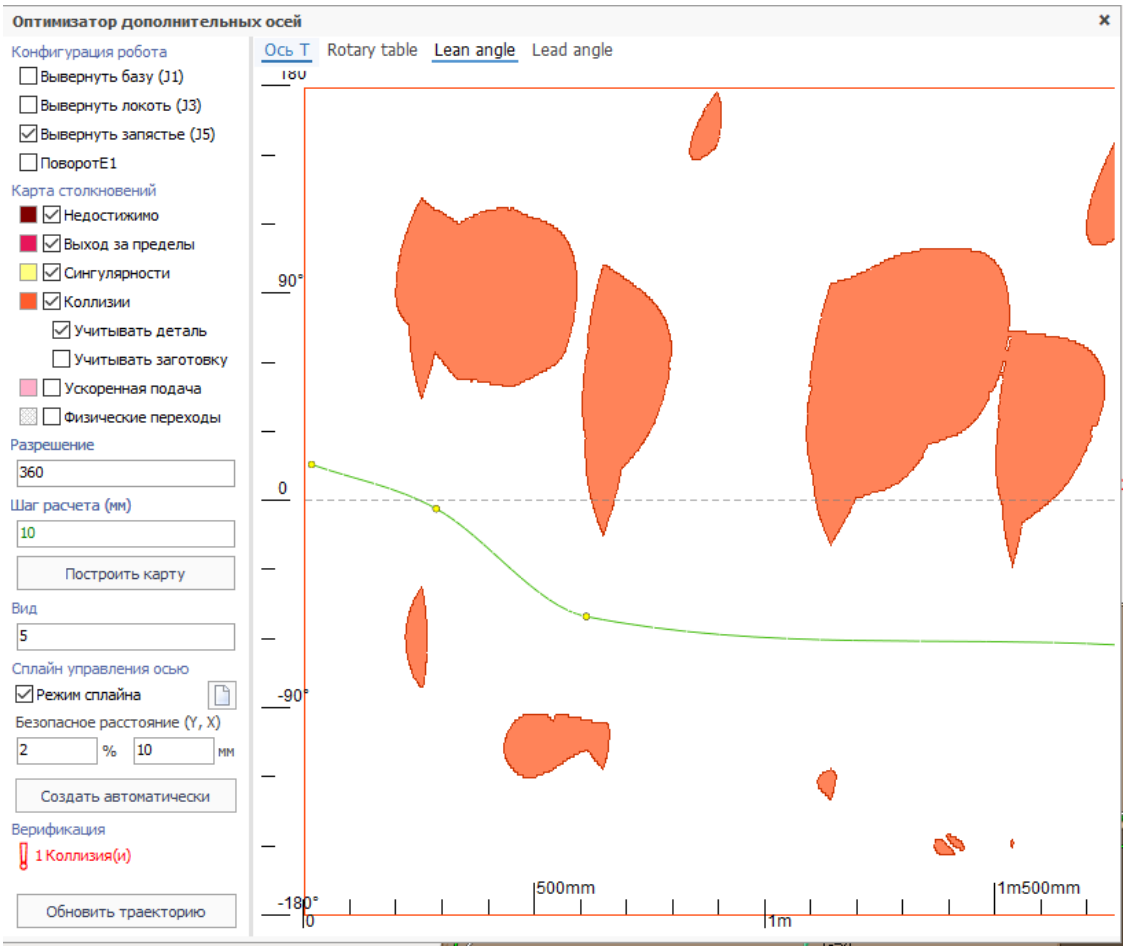
Однако иногда этих возможностей бывает недостаточно, и возникает потребность непосредственного указания значения оси для каждой точки траектории. Для реализации этой возможности в системе имеется специальный оптимизатор, окно которого открывается следующей кнопкой.

Примечание : доступно при лицензии на опцию "Робот +".

© 2025 ООО СПРУТ Технология



В окне оптимизатора можно задать закон изменения отдельной оси вдоль всей траектории.



5.14.5.1 Конфигурация робота

Сначала нужно выбрать конфигурацию/состояние робота, которое будет использоваться в операции. Это та же конфигурация, которую вы можете редактировать в настройках операций в параметре «Карта осей робота». Конфигурация робота определяется «флипами» - альтернативными позициями соединений робота (база, локоть, запястье), которые определяют одинаковое положение инструмента относительно заготовки, - и режимами позиционирования дополнительных осей, таких как рельсы и поворотные столы (движение вверх E1, вращение E2).

5.14.5.2 Оптимизируемая ось

С помощью вкладок можно переключаться между различными доступными для оптимизации осями робота.

5.14.5.3 Карта столкновений

Карта столкновений - это визуальное представление зон столкновений в траектории. Вдоль оси X - положение инструмента на траектории с начала, измеренное по длине. Вдоль оси Y - значение оптимизированной оси. Обнаруживаются следующие типы столкновений .

1. Недостижимые зоны (бордовые) - это зоны, до которых робот не может дотянуться.
2. Зоны за пределами осей (фиолетовые) - это зоны, в которые робот может попасть, но некоторые из осей робота выходят за установленные пределы.
3. Зоны сингулярности (желтые) - это зоны, в которых суставы робота движутся с предельной скоростью.
4. Зоны столкновения (оранжевые) - это зоны, где детали робота сталкиваются друг с другом или с заготовкой.

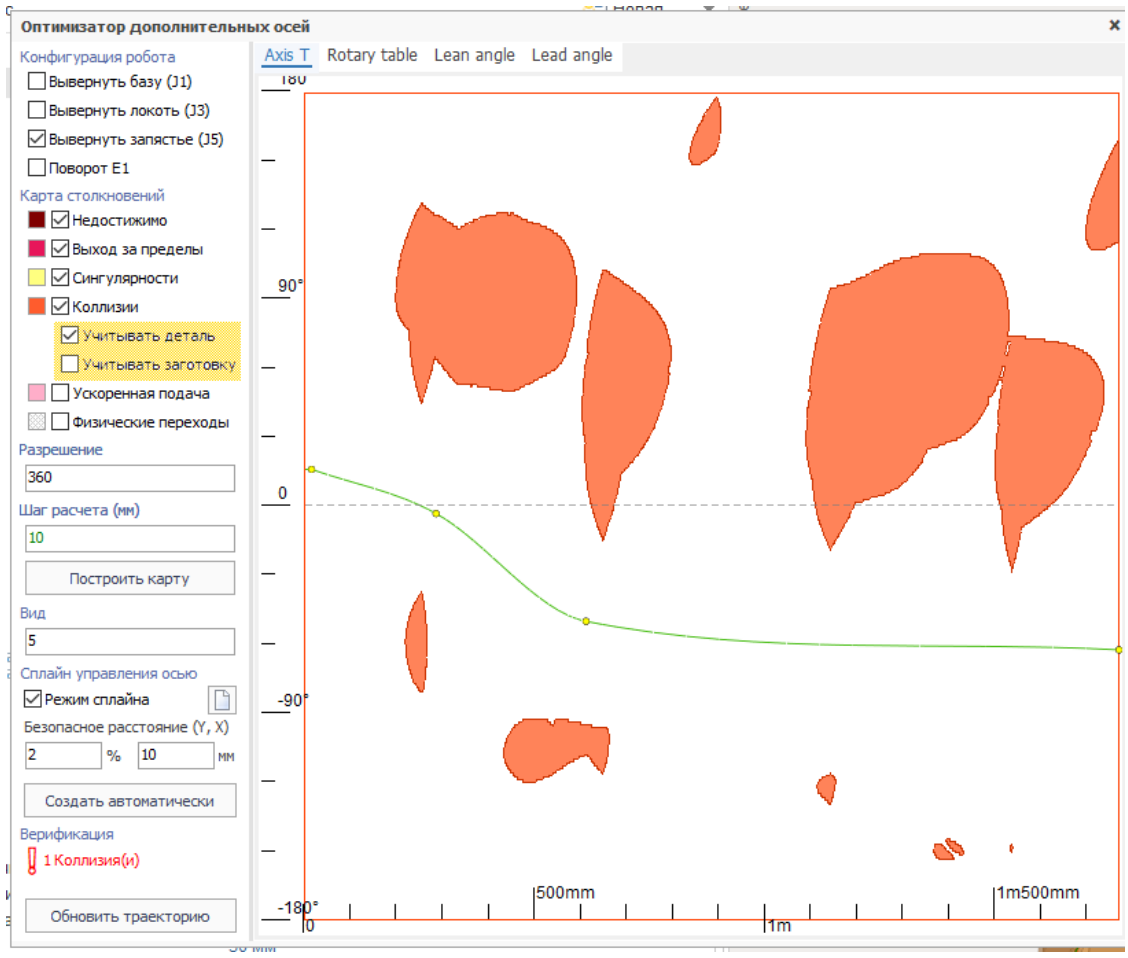
Разрешение карты может быть установлено в поле **Разрешение** как размер шага вдоль оси Y, используемый при построении карты.

Чтобы построить или обновить карту, нажмите кнопку Построить карту.

5.14.5.4 Учет детали и заготовки

Под галочкой "Коллизии" были добавлены 2 галочки для управления учетом заготовки и/или детали при обнаружении столкновений. Они доступны только если была выбрана родительская галочка. Учет заготовки/детали целесообразно переключать в зависимости от типа обработки - резание, аддитивная обработка, либо сварка.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.14.5.5 Сплайн траектории оси

Траектория оси определяется кривой в виде сплайна. По умолчанию его нет, что означает, что либо оптимизируемая ось находится в одном и том же состоянии (в ручном режиме) или контролируется автоматически (в автоматическом режиме) на протяжении всей траектории операции (горизонтальная серая пунктирная линия).

Цель состоит в построении наилучшей кривой, проходящей слева направо через зоны, свободные от столкновений.

Для создания нового сплайна кликните 2 раза мышкой на точку в пустой зоне, через которую должен проходить сплайн. Достаточно 2 точек. После создания можно менять форму сплайна с помощью перетаскивания контрольных точек мышью. Для удаления точки нажмите правую кнопку мыши, для добавления новых точек используйте левую кнопку дважды.

Кнопка **Очистить** удаляет текущий сплайн.

С помощью кнопки Создать автоматически можно сгенерировать сплайн, проходящий через свободные от столкновений зоны.

5.14.5.6 Верификация

В этой области отображается статус текущей траектории. Если в траектории нет коллизий, отображается текст "Ok" зеленого цвета, если коллизии есть, их количество показывается красным. Статус обновляется каждый раз, когда вы меняете сплайн управления осью.

Одновременно в графическом представлении зоны столкновения в реальной кривой траектории также отмечены областями соответствующего цвета типа столкновения.

Для исправления либо кликните на пустую область карты, либо двигайте сплайн, удерживая левую кнопку мыши, в нужную точку траектории.

Обновить траекторию

Для применения закона управления осью нажмите кнопку **Обновить траекторию**.

5.14.5.7 Обнаружение и обход разворотов периодических осей

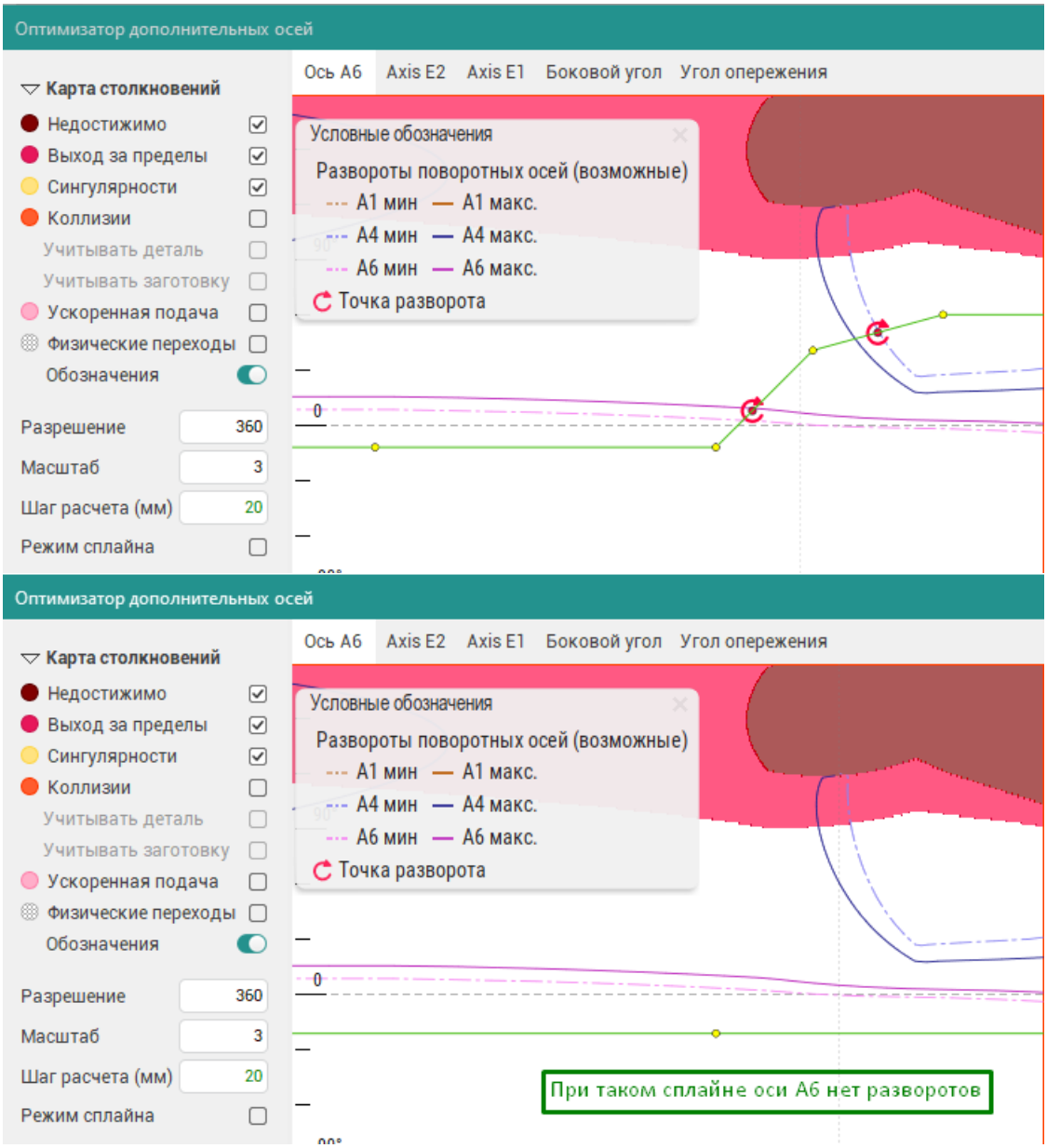
Карта избыточных осей может быть использована для обнаружения таких проблемных участков траектории, как **развороты** поворотных (периодических) осей. Разворот происходит, если поворотная ось достигла одного из своих лимитов, и для того, чтобы продолжить обработку, ей требуется совершить один полный оборот (360°) вперед или назад. Ранее эта информация никак не отображалась в карте робота, так как в случае разворота ось тем не менее остается в своих пределах.

Светлые пунктирные и темные сплошные линии показывают возможные места разворотов в траектории, в случае если сплайн их пересекает. Каждой оси, для которой возможны развороты, соответствует свой цвет линий. Однако, пересечение не всегда означает разворот; реальные места разворота дополнительно выделяются на сплайне как жирные красные точки со знаком "разворот". Также, при наличии разворотов в траектории, их количество отображается на статусной панели "Проверка". Возможны 2 типа разворотов:

- разворот происходит после достижения минимума оси (светлые пунктирные линии)
- разворот происходит после достижения максимума оси (темные сплошные линии)

> Нажмите на переключатель "**Обозначения**" для просмотра условных обозначений в карте, относящихся к разворотам периодических осей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Скриншот 1. В траектории операции имеются 2 разворота.

Скриншот 2. Сплайн был перемещен ниже так, чтобы избежать пересечений с линиями возможных разворотов. В результате траектория больше не содержит разворотов.

Если траектория операции содержит развороты, вы можете попытаться избежать их, переместив сплайн так, чтобы он **не пересекал** данные линии, или пересечения были «ложными» (значение оси вращения еще не достигло своего предела в этой точке, но это значение равно минимуму или максимуму оси "по модулю 360").

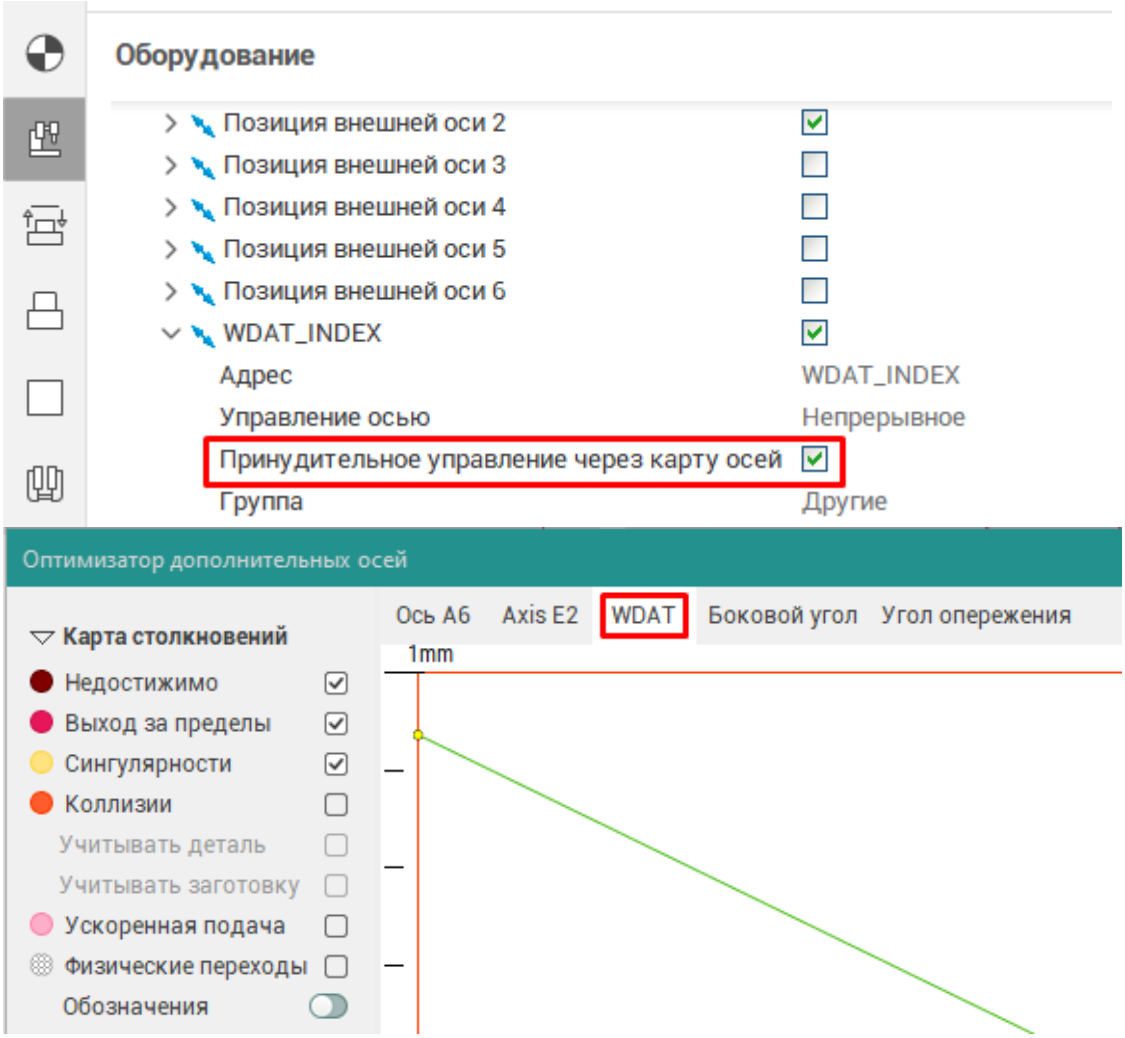
На скриншоте выше сплайн был изменен на прямую линию, которая не пересекает ни одну из синих/фиолетовых линий, что позволило избавиться от разворотов в траектории. Изменение конфигурации робота (параметры «Вывернуть локоть», «Вывернуть запястье») также может помочь избежать разворотов.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.14.5.8 Управление произвольной осью станка

При необходимости контролировать изменение в траектории произвольного параметра (определяемого как ось в схеме станка), вы можете включить флаг "**Принудительное управление через карту осей**" в соответствующем параметре состояния станка.

Флаг доступен для каждого параметра состояния станка в разделе инспектора "**Оборудование → Параметры состояния станка**». После этого ось появится в окне карты осей, и, как обычно, вы можете определить значение параметра в каждой точке траектории с помощью сплайна.



Также можно установить этот флаг непосредственно в xml-файле станка в разделе типа "**TMachineStateParameter**", который соответствует данной оси.

Пример включения доступности параметра в карте осей

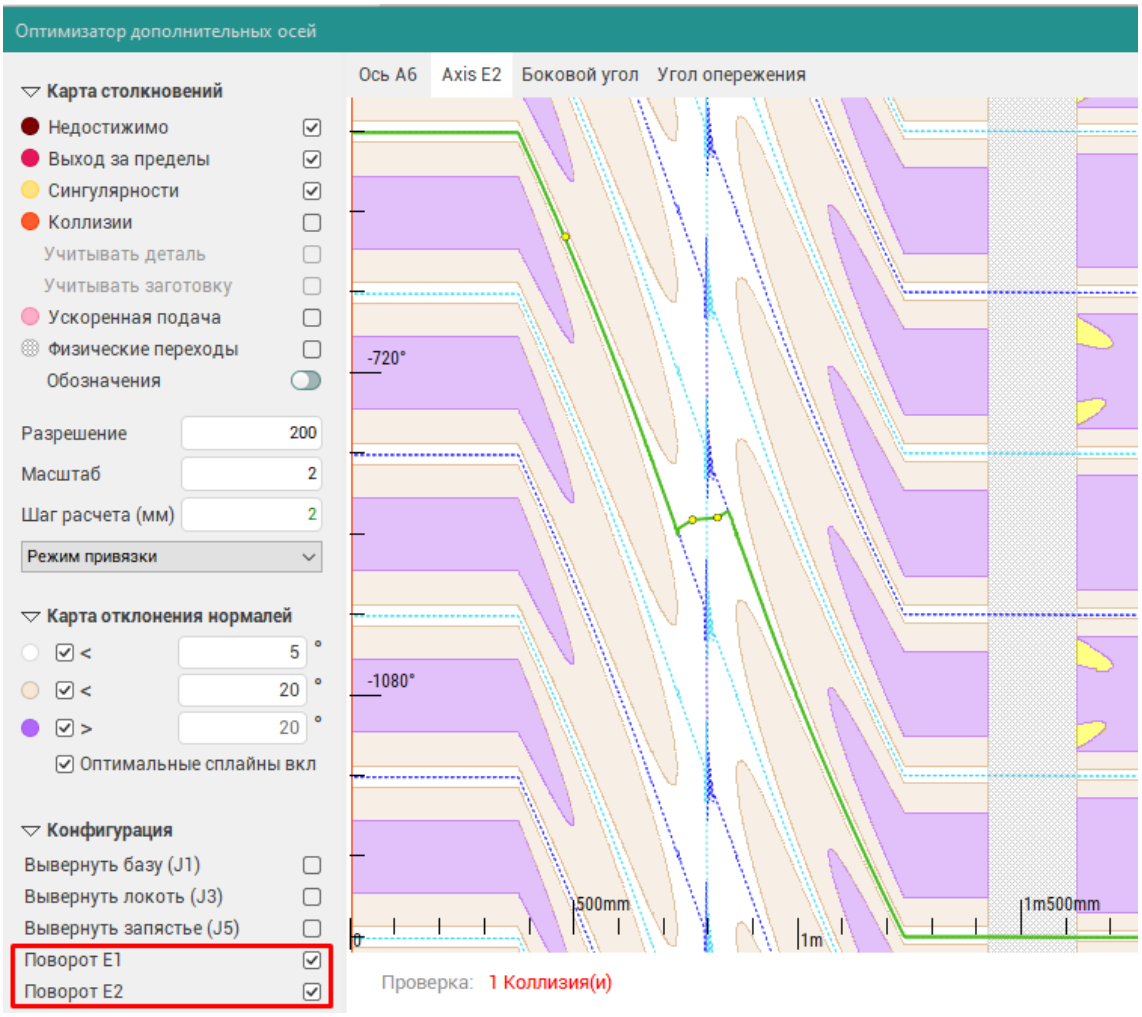
```
<SCType ID="WDATPOS" Caption="WDAT_INDEX" type="TMachineStateParameter">
        ...
        <ControlWithMap DefaultValue="True"/>
</SCType>
```


© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.14.5.9 Обход сингулярностей для робота с 2-осевым поворотным столом

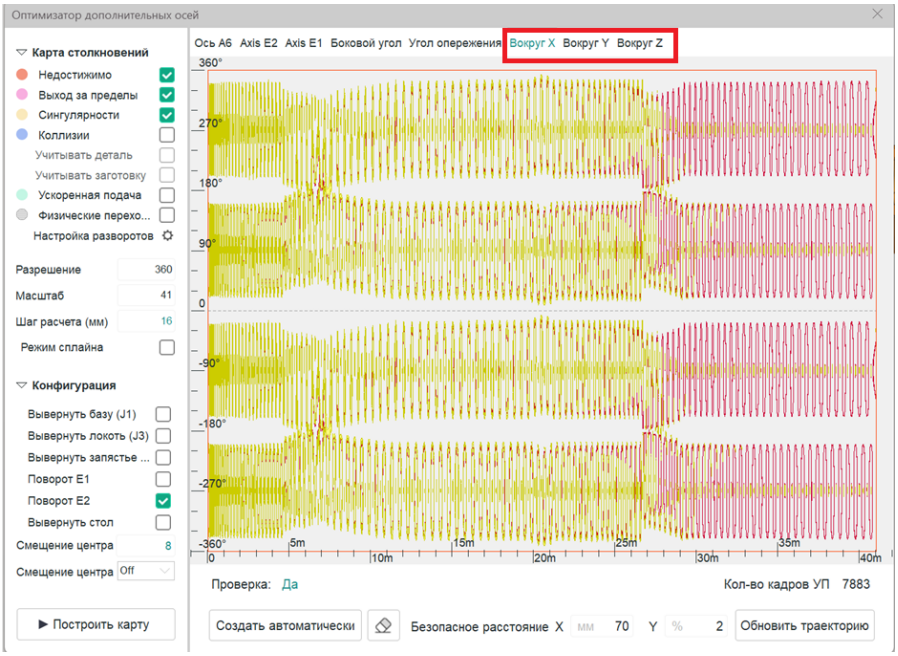
Ранее, при обработке роботом с 2-осевым поворотным столом, для которого были включены оба "флипа" поворотного стола (обычно имеющие название «**Поворот E1**» и «**Поворот E2**»), результирующая траектория могла проходить через зоны сингулярности с очень резкими изменениями положения поворотного стола. Поэтому в карте осей в данном случае включается специальный режим, аналогичный Карте осей для 5-осевых станков(see page 1096). В этом режиме достаточно определить траекторию только для одной из осей поворотного стола, значение для другой будет вычисляться автоматически, чтобы минимизировать отклонение от нормали инструмента в каждой точке траектории. Этот позволяет получить более плавную траекторию осей поворотного стола за счет возможных небольших отклонений от нормали инструмента (обычно в пределах 1°).

В белых зонах отклонение от оси (при фиксированном значении редактируемой оси) минимально, поэтому оптимальный сплайн должен по возможности находиться именно в белой зоне. С помощью сплайна можно задать близкую к оптимальной траекторию оси (E2 на скришоте) без резких изменений.

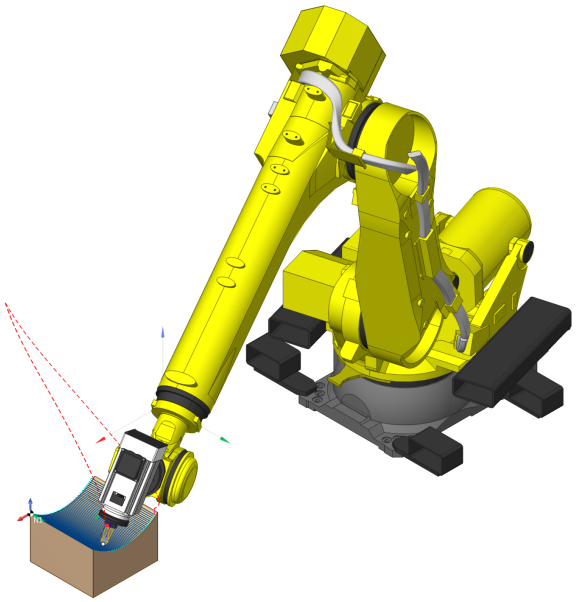


5.14.5.10 Вращение траектории вокруг локальных систем координат

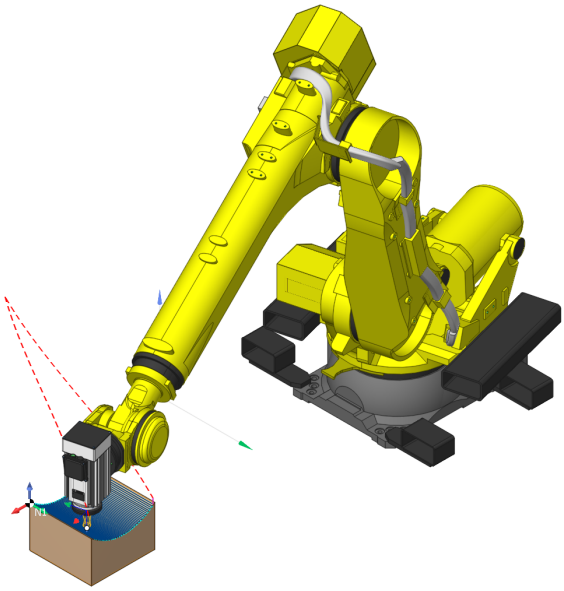
Позволяет создавать карты поворота относительно фиксированной системы координат.



Ниже приведен пример поворота оси Y.



© 2025 ООО СПРУТ Технология



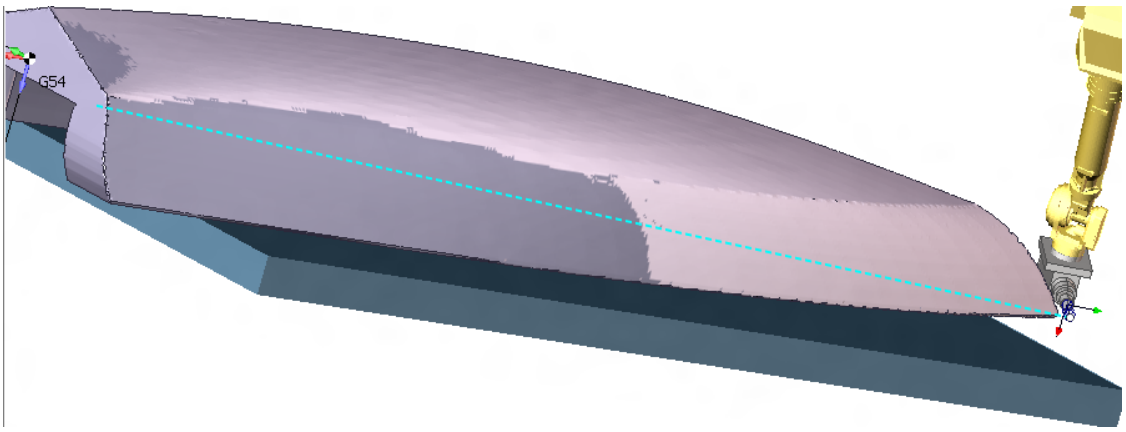
Сопутствующие ссылки:

Карта осей для 5-осевых станков(see page 1096)

5.14.6 Формирование переходов (устаревший метод)

В процессе формирования тех процесса возможны случаи, когда необходимо построить переход вручную. Для таких случаев в **SprutCAM** предусмотрен механизм ручного построения переходов.

Рассмотрим построение перехода между двумя операциями на примере.

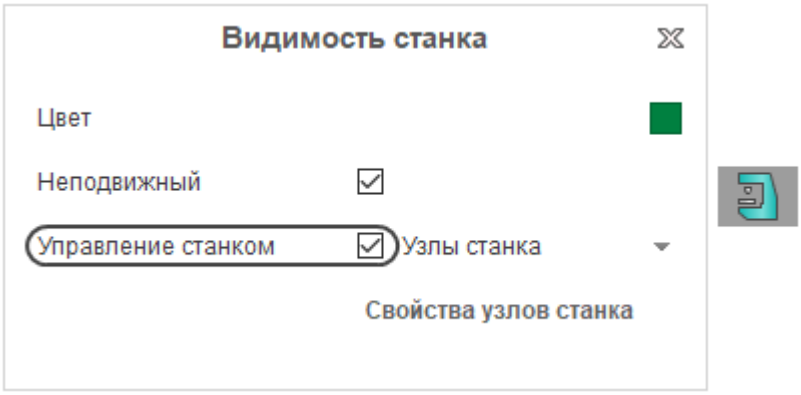


После расчета операций при моделировании был обнаружен переход между операциями который режет деталь.

Для редактирования перехода следует сформировать список контрольных точек через которые пройдет переход. Это можно сделать при помощи окна <Станочный пульт>

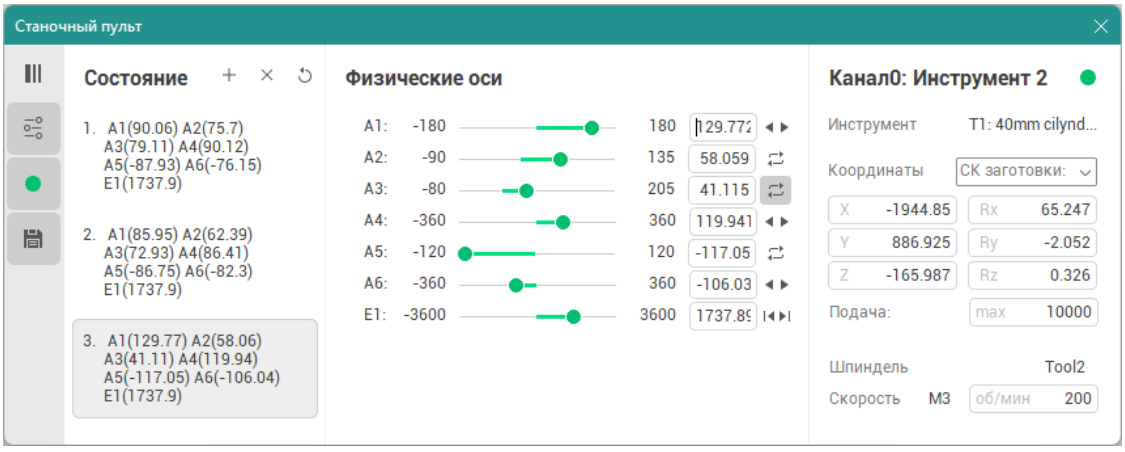
которое открывается нажатием на кнопку  на главной панели.

Далее следует убедиться что включен режим интерактивного управления станком.



На странице <Моделирование> выделите последний кадр траектории первой операции, как показано на рисунке.

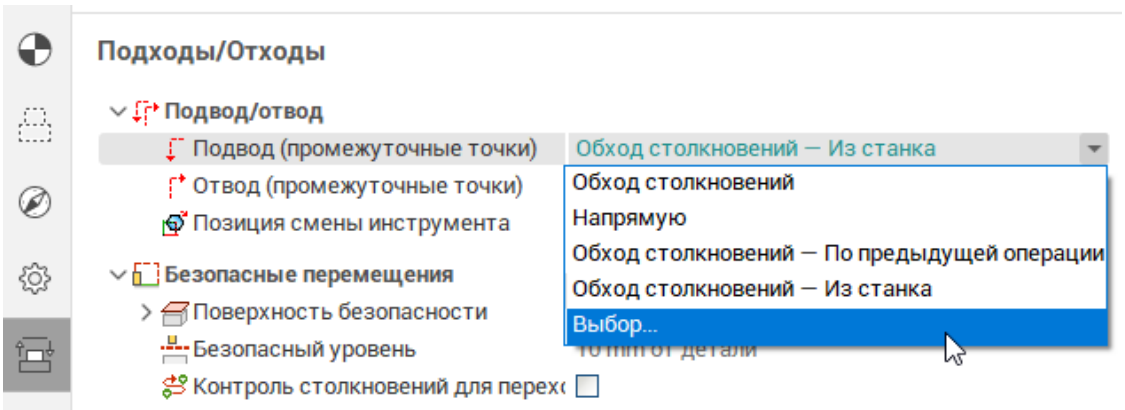
Задание параметров контрольной точки производится перетаскиванием исполнительного узла с инструментом в новую позицию.



Для запоминания контрольной точки следует нажать кнопку <Запомнить> в окне <Станочный пульт>.

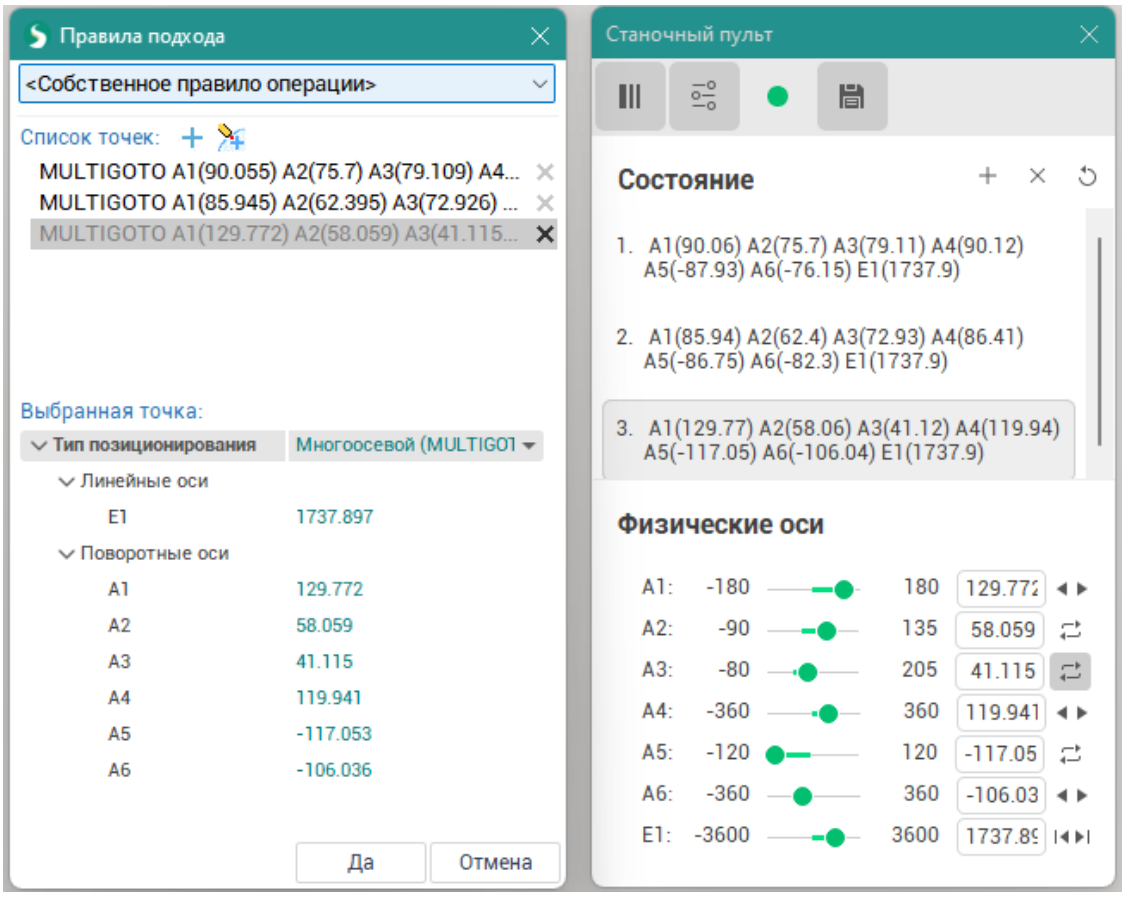
После формирования списка контрольных точек можно сформировать по ним переход.

На странице <Технология> выделите первую операцию перейдите на вкладку <Переходы> и выберите в списке подводов пункт <Выбор...> как показано на рисунке.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Далее откройте окно <Станочный пульт> и выберите контрольную точку и нажмите кнопку <Добавить текущую позицию> в окне Правила подхода как показано на рисунке.



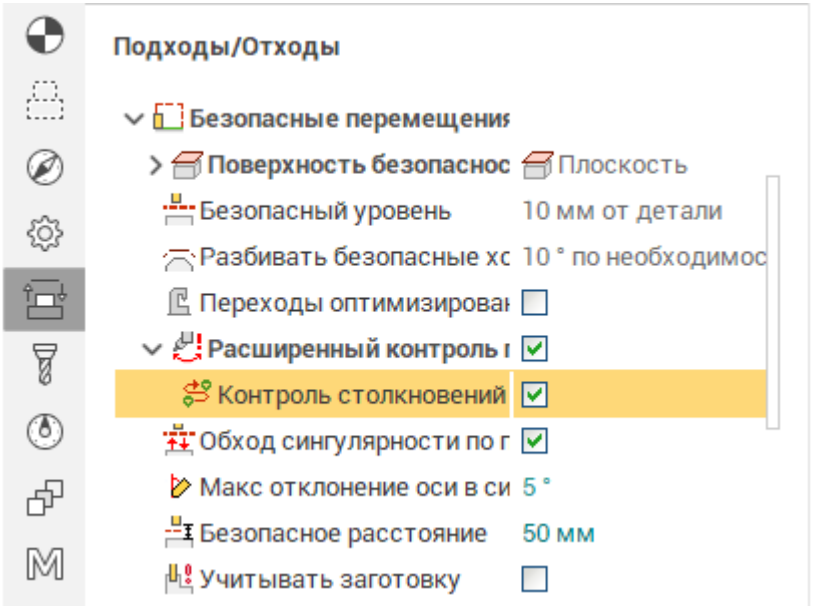
Если не важны точные значения осей, то точки перехода можно добавлять напрямую, без формирования предварительного списка.

Аналогичным образом задаются точки для подвода второй операции.

5.14.6.1 Построение переходов

Начиная с версии 12, SprutCAM использует алгоритм обхода столкновений для построения ускоренных перемещений между операциями и внутри них. Для корректной работы алгоритма необходимо достоверное описание роботизированной ячейки, поскольку он основан на проверке столкновений между узлами станка (робота).

Включите опцию «**Контроль столкновений для переходов**», чтобы активировать алгоритм для построения переходов внутри операции. Параметр «**Безопасное расстояние**» определяет минимально допустимое расстояние до столкновения. Это значение должно быть минимальным и достаточным. Если оно слишком мало, формируемая траектория инструмента может быть небезопасной. Если безопасное расстояние слишком велико, то переход не сможет быть построен или время расчета будет неприемлемым.



Поддерживаемые операции

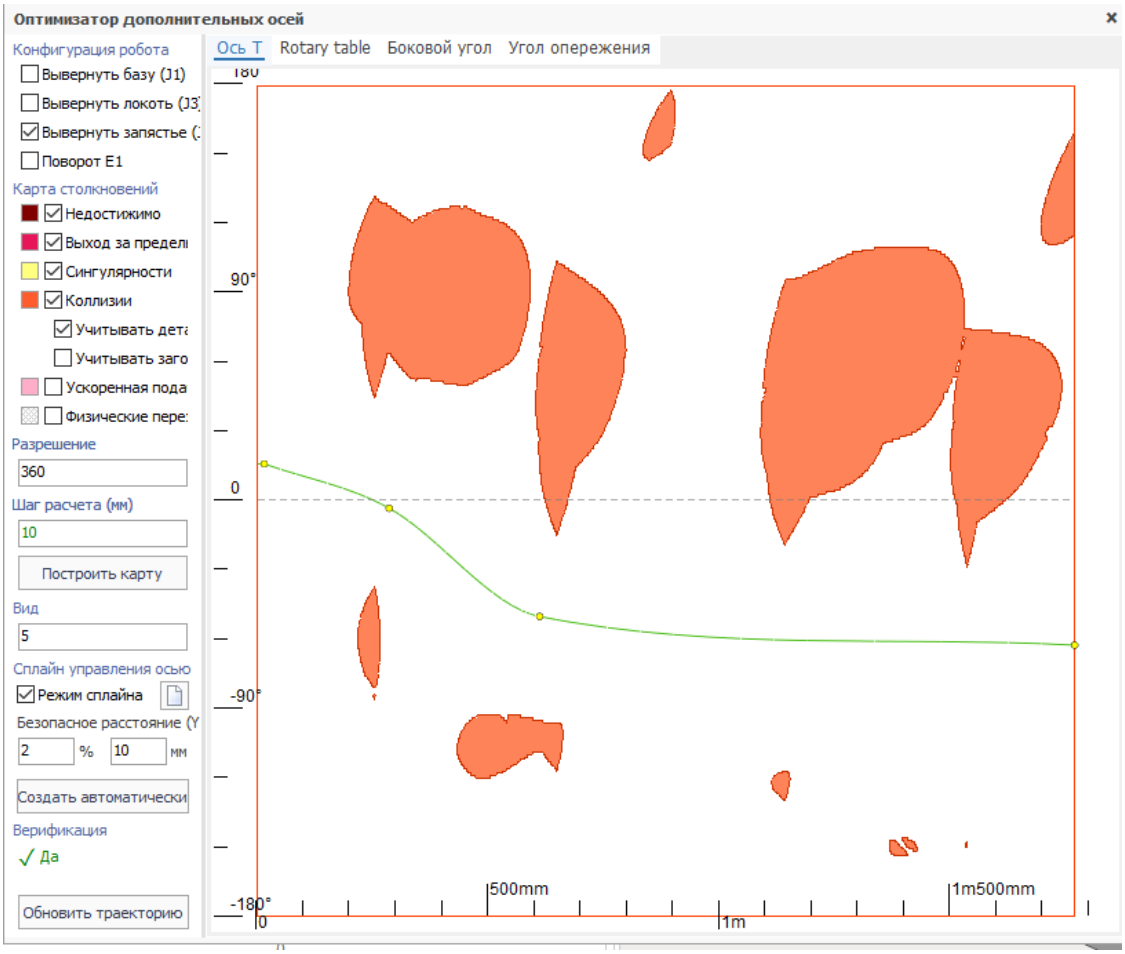
Эта опция на данный момент доступна только для роботов в следующих операциях (и в их наследниках, если нет специального запрета):

- Морфинг(see page 1072)
- Ротационная обработка(see page 979)
- 5D по поверхностям(see page 1032)
- Операции 5D контур и 6D контур(see page 1009)
- Операции Сварка 5D и Сварка 6D(see page 1476)
- 5D по сеткам(see page 1085)

Начальная и конечная точка перехода

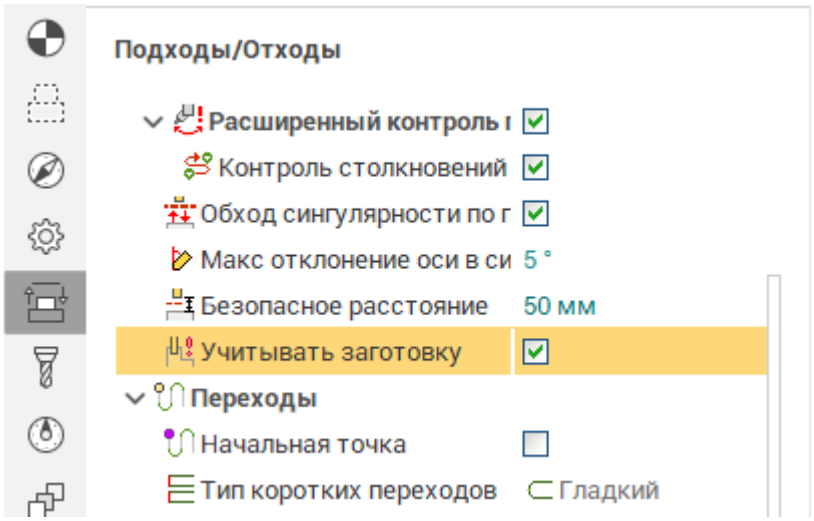
Очень важно убедиться, что столкновения отсутствуют в начальной и конечной точках перехода, в противном случае будет сформирована некорректная траектория. Сделать это можно с помощью оптимизатора осей. Серые зоны на карте соответствуют переходам, где ограничения не показываются. Построенная кривая должна обходить все запретные зоны.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Учет заготовки

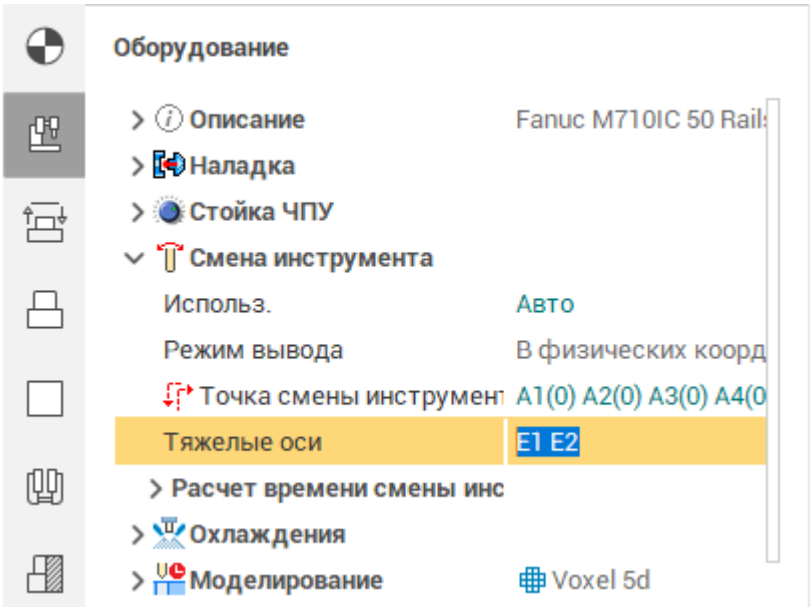
По умолчанию алгоритм только проверяет столкновения с деталью (и инструментом/станком) при построении перехода. Для включения проверки столкновений с заготовкой используйте параметр "**Учитывать заготовку**".



Запрет перемещений некоторых осей

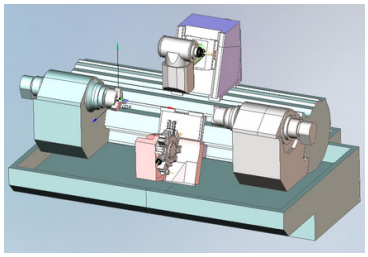
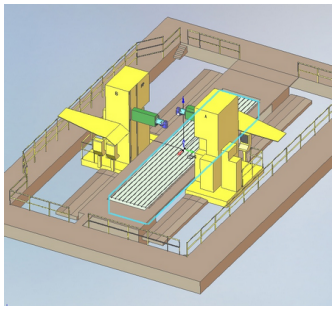
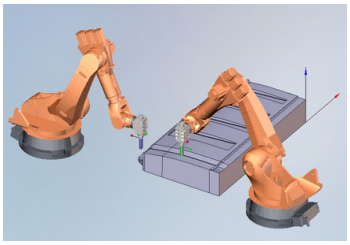
Алгоритм обхода столкновений использует все оси станка для поиска пути между начальной и конечной точками. Если есть необходимость исключить или минимизировать

движения каких-либо осей, то они должны быть перечислены в списке "тяжелых осей". Если требуется перемещение тяжелых осей, то переход выполняется в 3 этапа: вначале отход в точку смены инструмента, затем позиционирование тяжелых осей и в конце движение в заданную точку.



5.15 Многозадачная обработка

Многозадачные станки позволяют производить обработку несколькими рабочими органами одновременно. Конструктивно они могут существенно отличаться друг от друга. Например токарно-фрезерные многозадачные станки совмещают несколько шпинделей и/или револьверных головок в одном корпусе. Иногда многозадачный станок представляет собой по сути два или более одинаковых станка, работающих над одной заготовкой.

Многозадачный токарно-фрезерный станок	Многозадачный фрезерный станок	Два синхронно работающих робота
		

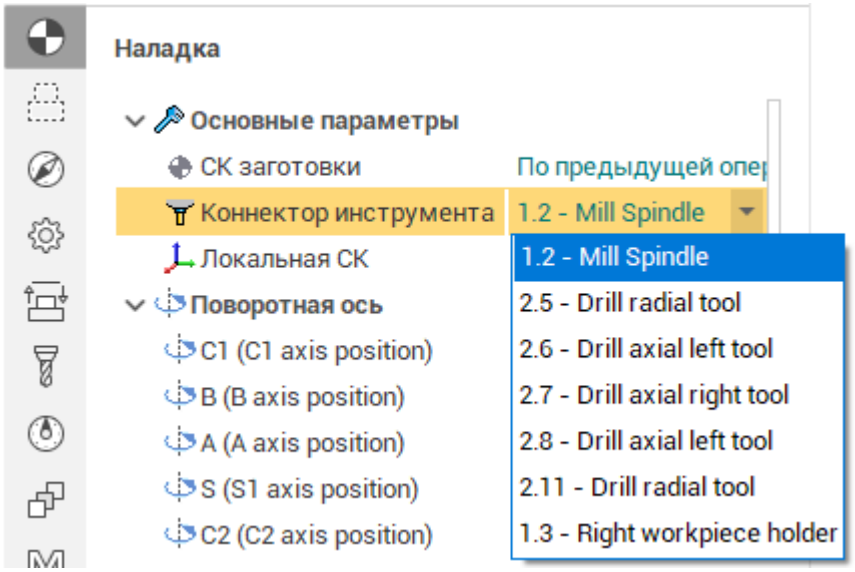
При многозадачной обработке каждый инструмент управляется своей программой. Такая программа называется каналом управления. Соответственно многозадачный станок имеет более одного канала управления. В некоторых случаях задачу программирования многоканальной обработки можно представить как создание отдельных, несвязанных между собой, проектов для каждого канала. Такой упрощенный подход неприемлем если в

© 2025 ООО СПРУТ Технология

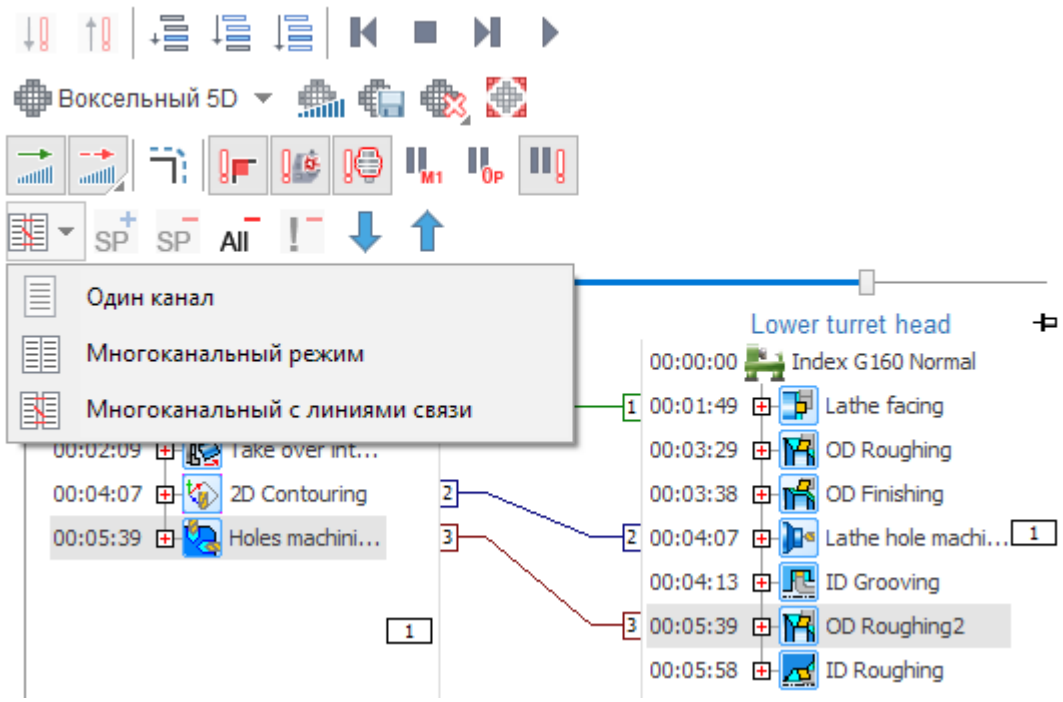
одном канале необходимо учитывать результат полученный в результате работы другого канала или оба канала работают одновременно над одной заготовкой.

CAM система предоставляет инструменты для программирования многозадачных станков. Для активизации этих функций необходимо загрузить кинематическую схему(see page 408) многоканального станка. В комплект стандартной поставки входят схемы для токарно-фрезерного обрабатывающего центра Index G160 и сдвоенный станок FPT. Этого достаточно для тестирования функциональности системы в режиме опытной эксплуатации. Если вам необходима схема конкретного оборудования, обращайтесь к вашему дилеру.

В режиме "Технология" процесс программирования многоканальной обработки не отличается от одноканальной. Необходимо лишь помнить, что выбор держателя инструмента определяет еще и канал, в котором будет производиться обработка. Пользователь сам должен заботиться о загруженности каналов и равномерном распределении времени обработки между ними.



На странице "Моделирование" для многозадачных станков появляется кнопка выбора режима моделирования:



В **одноканальном режиме** моделирование обработки производится последовательно операция за операцией. В этом режиме удобно анализировать траекторию отдельно взятой операции без учета действий других каналов.

В **многоканальном режиме** идет моделирование обработки одновременно всех каналов, так как это и будет происходить на реальном оборудовании. В этом режиме удобно контролировать конфликты и столкновения с учетом перемещений по всем каналам. Обнаруженные столкновения могут быть разнесены во времени путем добавления точек синхронизации.

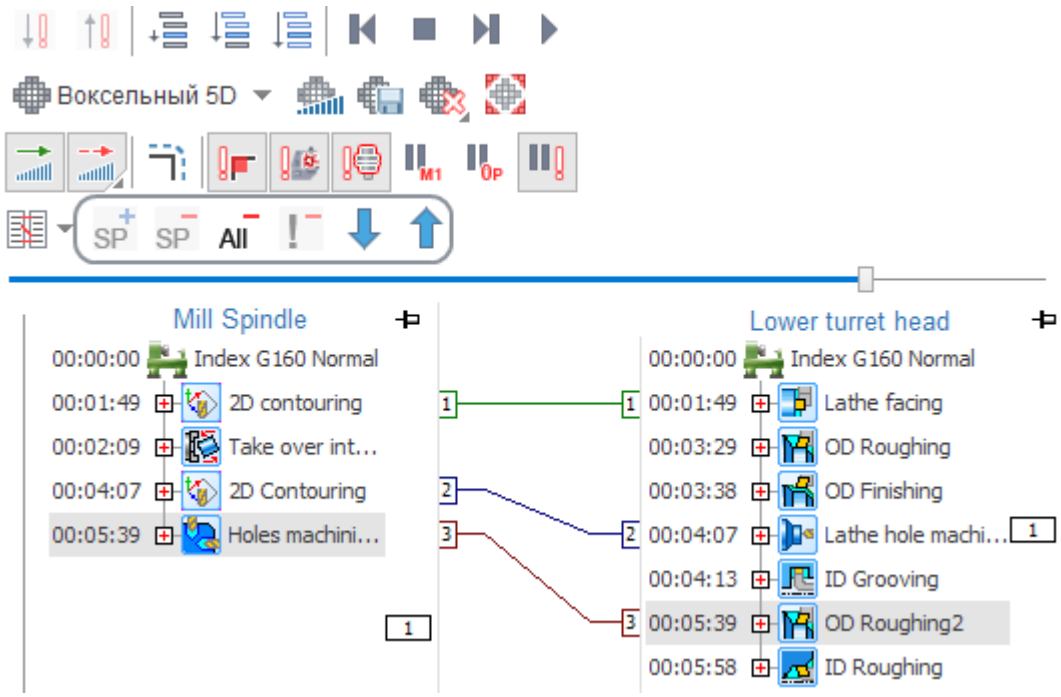
Многоканальный режим с линиями синхронизации удобен для добавления, удаления и изменения меток синхронизации.

Точки (метки) синхронизации

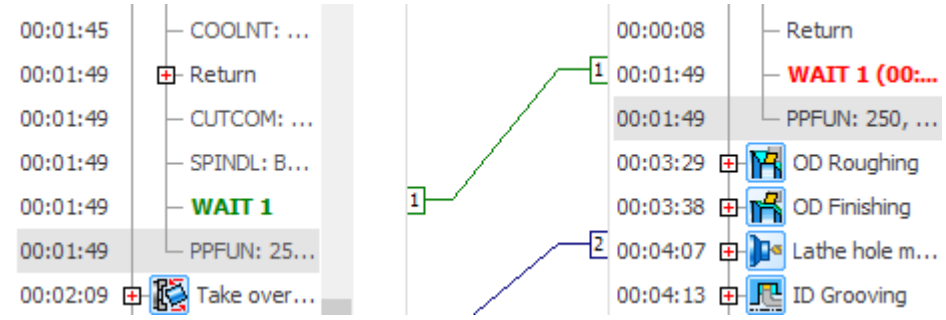
Точка синхронизации позволяет приостановить работу одного из каналов, до тех пор пока в другом канале не будет выполнен определенный кадр. Во многих стойках управления точки синхронизации кодируются с помощью М-кодов, Для этого в управляющих программах, относящимся к разными каналам, выставляются одноименные М-коды. Например, если команда M500 означает точку ожидания, то она должна быть прописана в программах, относящихся к более чем одному каналу. Тот из каналов, который первым достиг команды M500 останавливается, и ждет пока, эта же метка не будет достигнута в соседнем канале. После того как метка достигнута, оба канала одновременно приступают к выполнению следующих кадров.

В CAM системе метки синхронизации расставляются с помощью кнопок показанных ниже

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Для добавления точки необходимо во всех каналах выбрать кадры, которые должны начаться одновременно, и нажать кнопку "**Добавить точку синхронизации**". Перед выбранными командами будет вставлена команда "WAIT". В том канале, где расчетное время достижения указанной точки меньше, команда будет окрашена в красный цвет и в скобочках будет указано ориентировочное время ожидания соседнего канала.



Список точек синхронизации является атрибутом проекта, а не операции. Это позволяет восстанавливать точки после перерасчета операции. Восстановление точки происходит на основе сохраненной информации о состоянии станка. Таким образом, точка будет корректно восстановлена после изменения подачи, точности аппроксимации или других изменений, несущественно влияющих на характер траектории операции. Если же траектория операции была существенно переопределена, то рекомендуется заново расставить точки синхронизации.

Для удаления метки синхронизации необходимо выбрать команду "WAIT" в любом из каналов и нажать кнопку "**Удалить точку синхронизации**"

Если, после расстановки точек синхронизации одна из операций была удалена, выключена или перемещена, то возникает ситуация, когда метка не может быть восстановлена во всех каналах. Такие метки помечаются как "некорректные", и могут быть удалены вручную или с помощью кнопки "**удалить все некорректные точки синхронизации**".

Для удаления всех меток можно воспользоваться кнопкой "**удалить все точки синхронизации**".

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.15.1 Задание субмашин в схеме станка

Субмашина в CAM системе представляет собой список параметров для пары: <держатель инструмента, держатель заготовки>. Это особенно актуально для сложных станков с несколькими шпинделями, несколькими коннекторами заготовки и т. д.

Пример объявления субмашины в схеме станка

```
<SubMachines>
        <SCArray>
                <SubMachine>
                        <!--Main spindle-->
                        <ToolNode>AxisX</ToolNode>
                        <WrkNode>MainSpindle</WrkNode>
                        <XAxisID>AxisX</XAxisID>
                        <YAxisID>AxisY</YAxisID>
                        <ZAxisID>AxisZ</ZAxisID>
                        <ToolAxisID>AxisT</ToolAxisID>
                        <OriginG54BaseNode>Schema</OriginG54BaseNode>
                        <OriginG54>
                                <Rotation>
                                        <Convention>FixedXYZ</Convention>
                                        <R1>180</R1>
                                        <R2>0</R2>
                                        <R3>0</R3>
                                </Rotation>
                        </OriginG54>
                        <ApproachRule>Z(10);C;X;Z;</ApproachRule>
                        <ReturnRule>Z(10);X;Z</ReturnRule>
                </SubMachine>
                ...
        </SCArray>
</SubMachines>
```

- **ToolNode** - общий родительский узел для всех держателей инструмента данной субмашины.
- **WrkNode** - общий родительский узел для всех держателей заготовки данной субмашины.
- **XAxisID, YAxisID, ZAxisID** - идентификаторы осей, ответственных за движение вдоль X, Y, Z.
- **ToolAxisID** - идентификатор оси револьвера, если он есть.
- **OriginG54BaseNode** - идентификатор узла, к которому привязана система координат заготовки (WCS).
- **OriginG54** - дополнительное преобразование для СК заготовки. Например, позволяет задать развернуть ось Z в противошпинделе.
- **ApproachRule, ReturnRule** - правила подвода и отвода по умолчанию для операций, держатели инструмента и заготовки которых относятся к данной субмашине.

Если в схеме станка не объявлена ни одна субмашина, то любой коннектор инструмента может использоваться с любым коннектором заготовки. Это сделано для совместимости со схемами, разработанными для предыдущих версий CAM систем.

Например, для токарно-фрезерного станка MTM с двумя револьверными головами и двумя шпинделями можно определить следующие объекты субмашин:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

1. **<Upper turret, main spindle>**
2. **<Upper turret, counter spindle>** - если Верхний револьвер может работать с противошпинделем
3. **<Lower turret, main spindle>** - если Нижний револьвер может работать с главным шпинделем
4. **<Lower turret, counter spindle>**
5. **<Main spindle, counter spindle>** - для перехвата из главного шпинделя в противошпиндель
6. **<Counter spindle, main spindle>** - для перехвата из противошпинделя в главный шпиндель

CAM система не позволяет выбрать в операции коннектор инструмента, если он не может быть использован с текущим держателем заготовки (нет субмашины для данной пары, но есть другие субмашины).

XML-схемы станков "*Index G160*" и "*Hanwha 32*", входящие в стандартный дистрибутив, содержат примеры объявления субмашин.

5.15.2 Программирование автоматов продольного точения

5.15.2.1 Требования к схеме станка

Токарный автомат продольного точения (swiss-type) предназначены для полностью автоматической комплексной обработки токарно-фрезерных деталей. Такой станок имеет два шпинделя и два или более каналов. CAM система 16 версии не поддерживает токарные автоматы с 3 и более каналами.

Наиболее популярные автоматы продольного точения (Hanwha, NEXTTURN, Citizen Cincom) имеют общую структуру. Они Имеют 2 канала, главный и противошпиндель, группы инструментов главного шпинделя и противошпинделя.

Эта общая структура описана в шаблоне ***<Директория САМ системы>|Supplement|Machines|SwissTemplate.xml*** для использования в качестве базовой для всех токарных схем swiss-type. Пример станка Hanwha 32 на основе ***SwissTemplate.xml*** также включен в стандартный дистрибутив.

5.15.2.2 Шаблон токарного проекта swiss-type

Процесс создания проекта состоит из 2 стадий: последовательное создание операций и сихронизация каналов.

Ниже приведен пример шаблонной последовательности операций:

- Деталь 1 (главный шпиндель)
  - Подача прутка
  - Операции, обрабатывающие деталь в главном шпинделе
  - Токарная отрезка
  - MTM Перехват (синхронизированный с отрезкой)
- Деталь 2 (противошпиндель)
  - Операции, обрабатывающие деталь в противошпинделе

Следующее видео демонстрирует пример создания простого swiss-type токарного проекта.

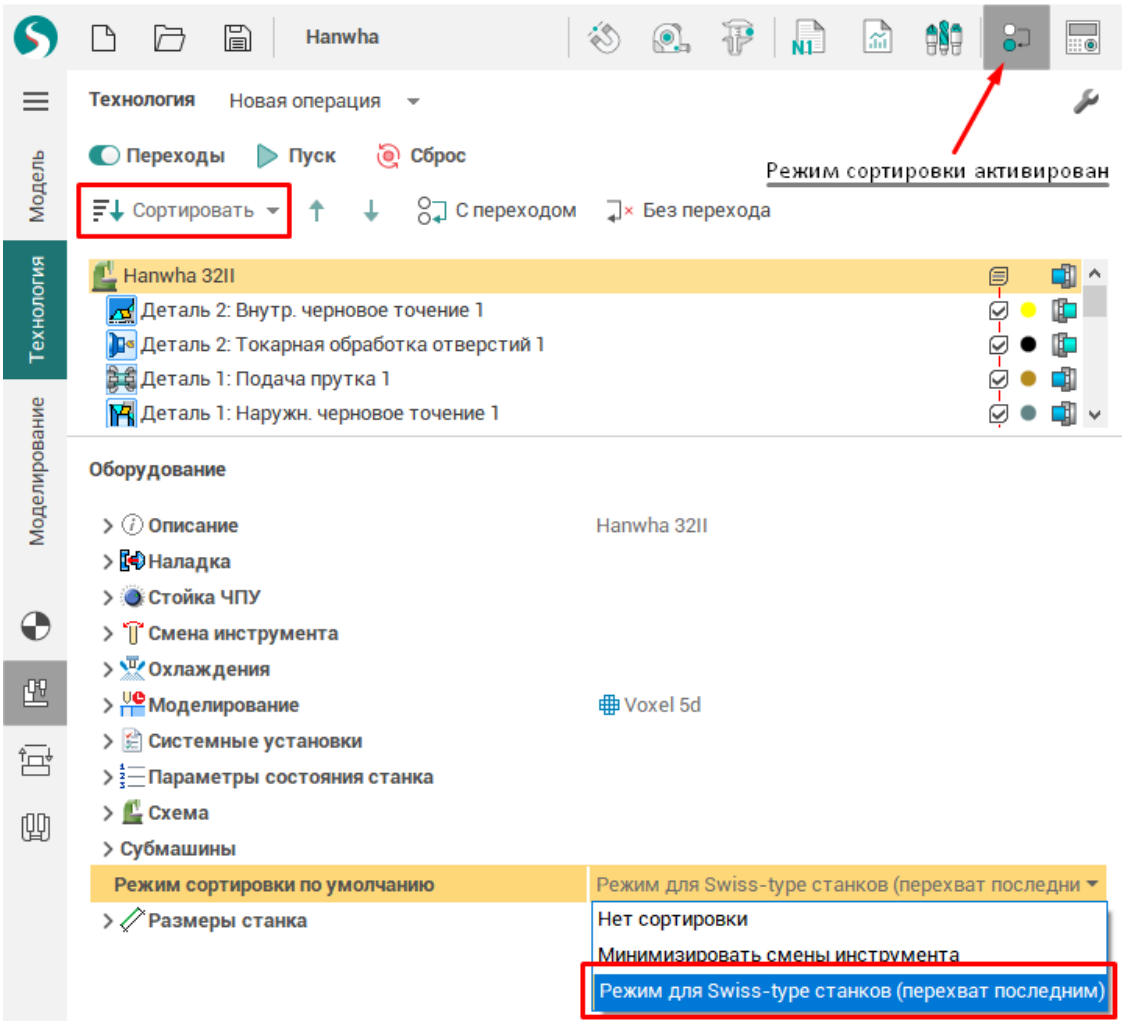
Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:

https://www.youtube.com/watch?v=8wCs_BoxfIA

5.15.2.3 Сортировка операций и синхронизация каналов

Операции должны быть переупорядочены перед разделением на каналы. Это может быть сделано в режиме сортировки. Переупорядочивание выполняется автоматически для автоматов продольного точения и обычно не требует каких-либо дополнительных действий со стороны пользователя.

Особый режим сортировки операций по умолчанию назначен в шаблоне для swiss-type станков. Если такой режим сортировки активирован, то операции второй детали размещаются в начале переупорядоченного списка.



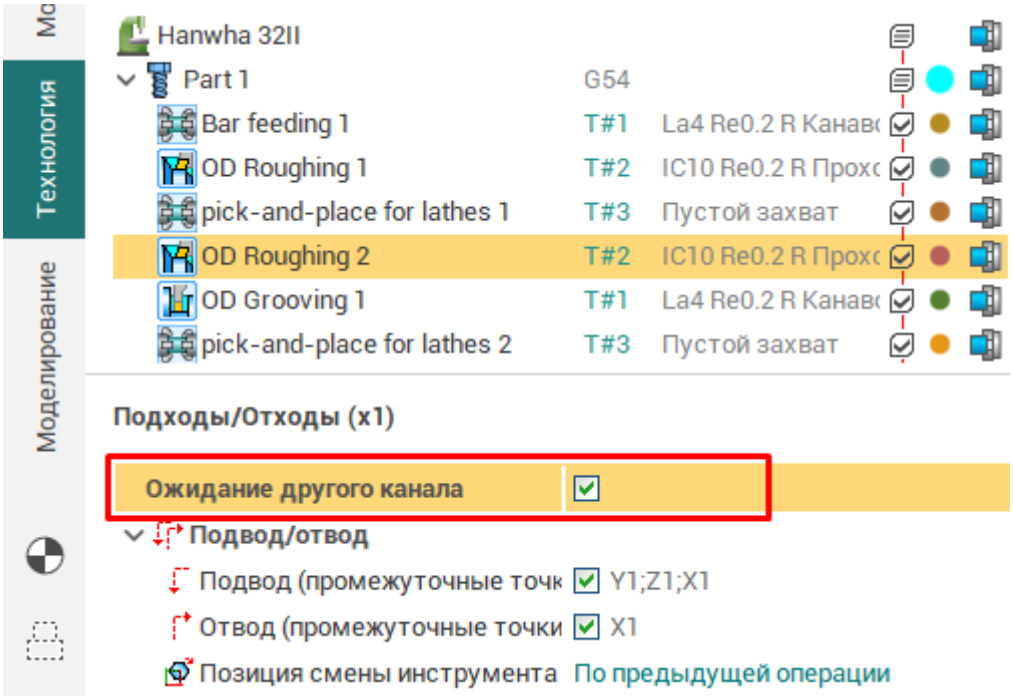
© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.15.3 Автоматическая расстановка точек синхронизации

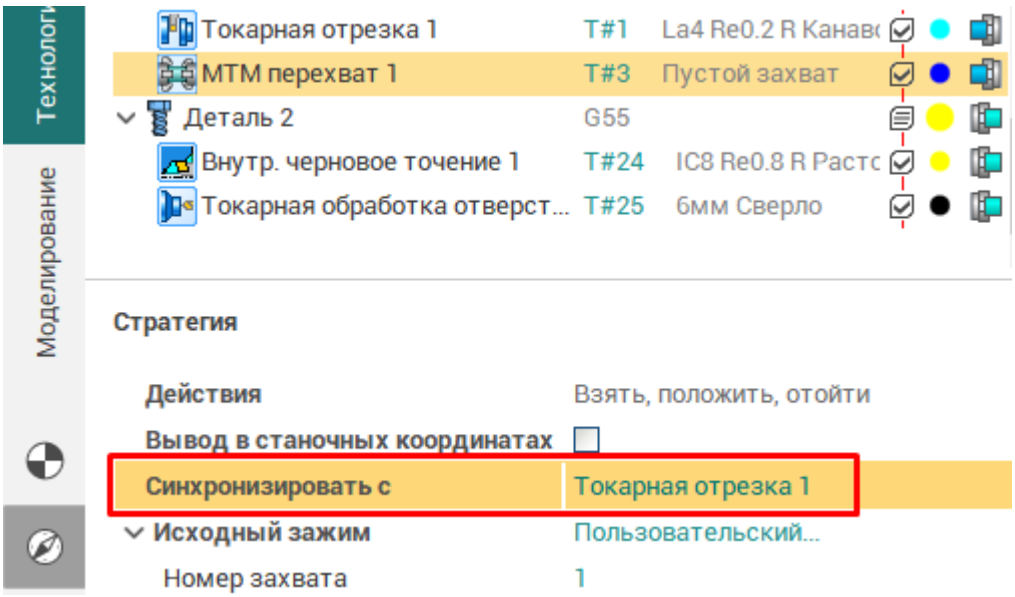
Перед вставкой точек синхронизации операции должны быть упорядочены в режиме сортировки, если проект содержит более одной детали. Более подробно смотрите в разделе Многодетальные проекты(see page 698).

Любая операция при определенных условиях может использовать параметр "**Ожидание другого канала**" на вкладке "Подходы/Отходы". Этот параметр **доступен**, только если предыдущая операция в отсортированной последовательности относится к другому каналу.

Если включен параметр **Ожидание другого канала**, то автоматически вставляется команду <Wait> CLData. Таким образом, текущая операция не начнется, пока предыдущая операция не завершится.

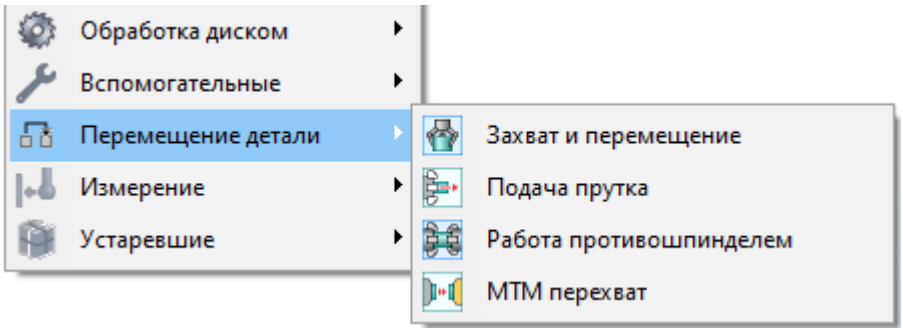


Еще один способ автоматически добавить точки синхронизации — использовать операцию Токарный перехват(see page 1458), которая может быть синхронизирована с операцией **токарной отрезки**.



5.16 Операции по перемещению детали

Добавлена отдельная группа для операций, которые могут перемещать деталь с помощью роботов, фрезерных или токарных станков (в том числе типа "Swiss-type"). Эта группа включает в себя операции **Захват и Перемещение**, **MTM Перехват**, **Подача прутка** и **Работа противошпинделем**.

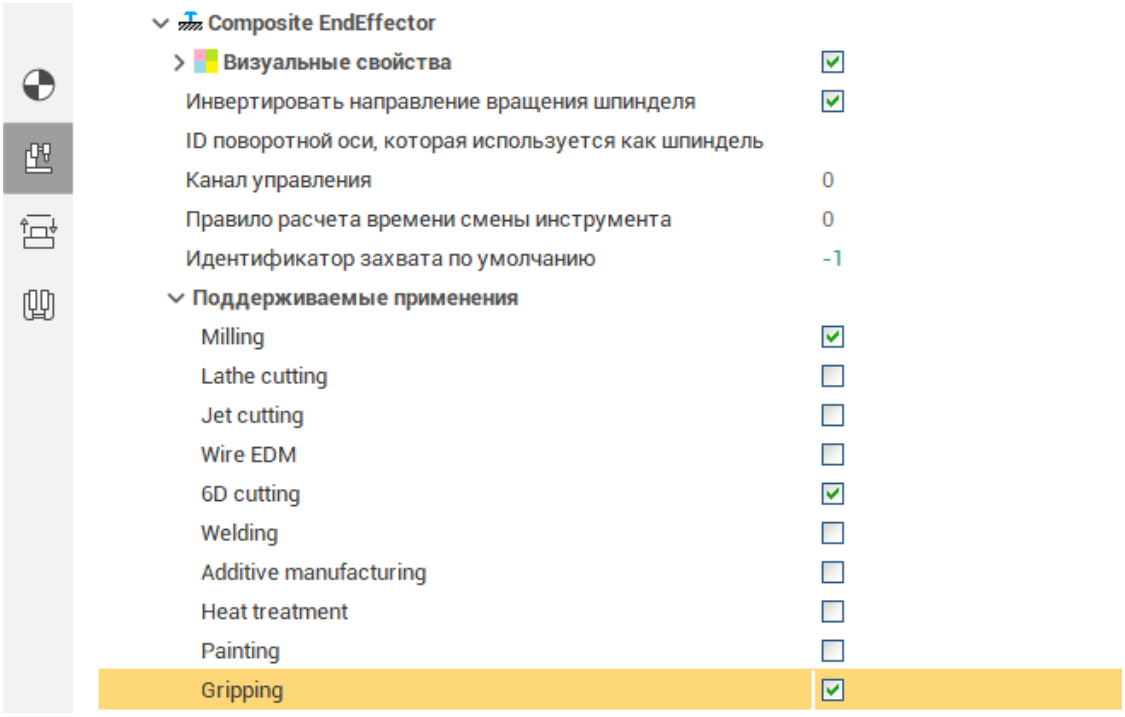


5.16.1 Требования к схеме станка для операций перемещения детали

Тип оборудования для перемещения детали может быть любым: фрезерный центр, токарный станок с противошпинделем, промышленный робот. Главное требование - это наличие держателя инструмента, помеченного как "Гриппер". Если гриппер отсутствует в текущей схеме станка, то операции по перемещению детали будут недоступны.

Включить опцию **захват (Gripping)** для коннектора инструмента в интерфейсе системы можно на страничке **Оборудование**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

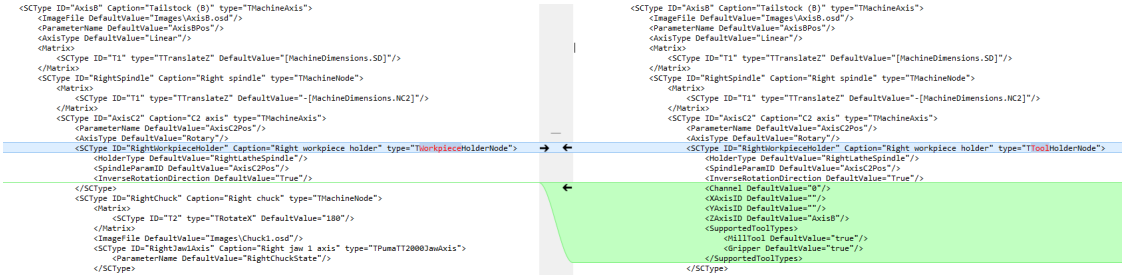


Фрагмент схемы станка с указанием поддержки держателем инструмента перемещения детали покажен ниже. Обратите внимание, что тип <**Gripper**> включен внутри группы **SupportedToolTypes**.

```
<SCType ID="MillSpindle" Caption="Mill Spindle" Type="TToolHolderNode">
   <VisualProperties>
       <Metallic DefaultValue="True"/>
   </VisualProperties>
   <XAxisID DefaultValue="AxisX"/>
   <YAxisID DefaultValue="AxisY"/>
   <ZAxisID DefaultValue="AxisZ"/>
   <SupportedToolTypes>
      <MillTool DefaultValue="true"/>
      <LatheCutter DefaultValue="true"/>
      <Gripper DefaultValue="true"/>
   </SupportedToolTypes>
</SCType>
```

5.16.1.1 Адаптация схем станков с противошпинделем

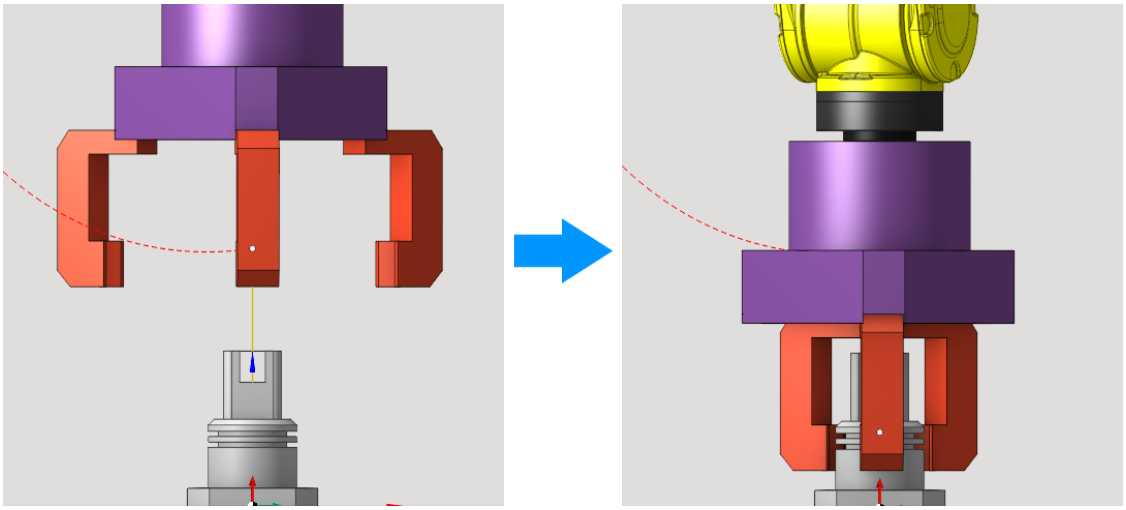
Операция "захват и перемещение" может быть использована для передачи заготовки из одного шпинделя в другой на токарно-фрезерных станках. Чтобы получить такую возможность необходимо объявить противошпиндель как держатель инструмента с включенной опцией "Gripper". Если у вас имеется схема станка разработанная для CAM системы версии 14 и более ранних, то она должна быть модифицирована. Ниже представлены отличия в файлах станка для ранних (слева) и современной версии CAM системы.



1. В объявлении противошпинделя **TWorkpieceHolderNode** заменено на **TToolHolderNode**.
2. **XAxisID, YAxisID, ZAxisID** - имена осей ответственных за перемещение противошпинделя вдоль соответствующих осей.
3. **Gripper** добавлен в **SupportedToolTypes**

5.16.2 Управление захватами

Операции по перемещению детали часто требуют контроля над устройствами, такими как тиски, кулачки, инструмент-гриппер и др., которые используются для фиксации детали или перемещения детали из начального положения в конечное. Функция управления захватами позволяет автоматически вставлять команды CLData для изменения состояния зажимного устройства в процессе перемещения детали от одного держателя заготовки к другому.



- 5.16.2.1 Новая команда CLData(see page 1447)
- 5.16.2.2 Автоматическое управление захватами(see page 1448)
- 5.16.2.3 Параметры управления захватами(see page 1448)
- 5.16.2.4 Добавление устройства захвата детали в проект(see page 1449)
- 5.16.2.5 Список операций с автоматическим управлением захватами(see page 1450)

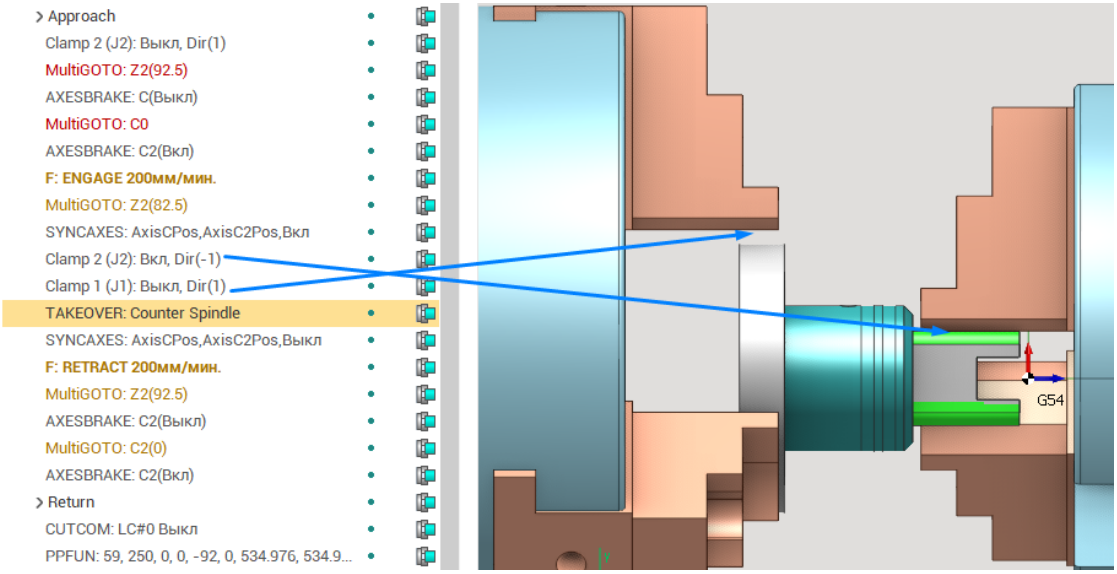
5.16.2.1 Новая команда CLData

Новая специальная команда CLData используется для индикации изменения состояния зажимного устройства. Эта команда учитывается при моделировании проекта, а также выводится в постпроцессор как специальная M-команда. Команда <**Clamp**> в CLData имеет следующий формат:

Clamp <*ID устройства*>: **On**/**Off**, **Dir**(<*Направление*>)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <ID устройства> - это уникальное число, используемое для идентификации устройства захвата. Способы задания ID смотрите в разделе о добавлении захватов.
- *On/Off* - флаг, определяющий зажим или разжим устройства.
- Dir(<1,-1,0>)- указывает направление движения осей захвата в процессе зажима/разжима. Рассмотрим этот параметр на примере процесса зажима. Если губки сдвигаются внутрь, чтобы зафиксировать деталь (значение оси для незажатого положения больше, чем значение оси для зажатого положения), то направление равно "-1"; если губки выдвигаются наружу для фиксации детали (зажим находится внутри детали), то направление «+1». Для разжима направление меняется на противоположное. Направление «0» указывает на одинаковые значения оси зажима для зажатого/незажатого состояния (обычно это ошибка в параметрах зажимного устройства).



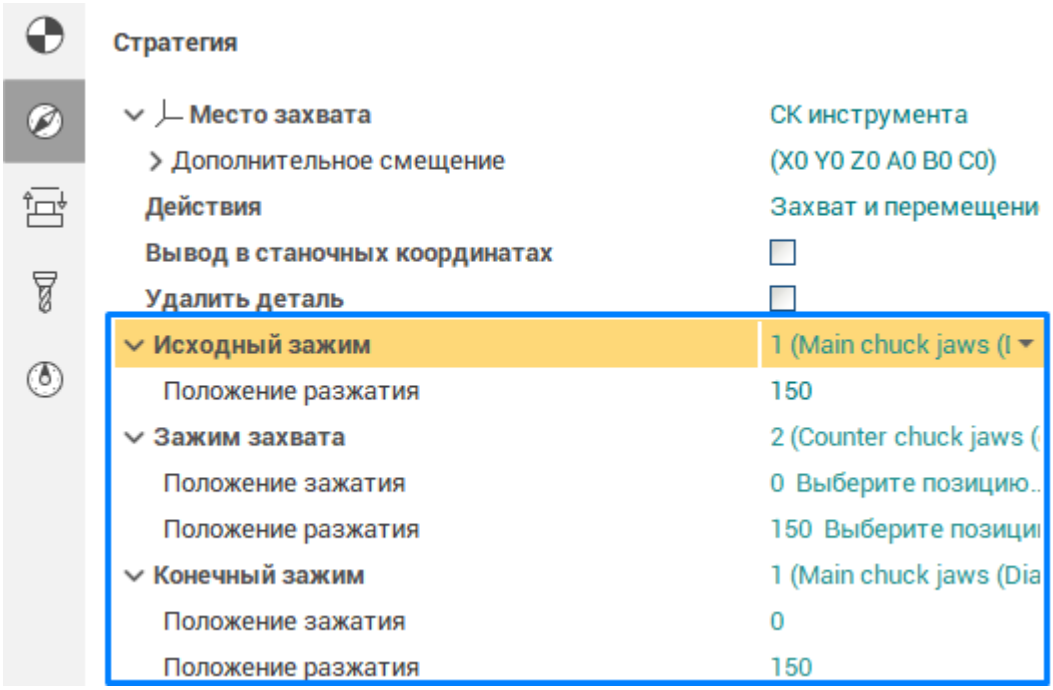
5.16.2.2 Автоматическое управление захватами

Операции по перемещению детали(see page 1445), такие как Захват и перемещение(see page 1450), могут автоматически выводить специальные команды CLData <**Clamp**>, когда происходит передача детали от одного держателя заготовки к другому. Сама передача выполняется командой <**Takeover**>. Если это включено в параметрах операции, то <**Clamp**>-команды зажима/разжима устройства генерируются автоматически, что соответствует типичному процессу передачи детали (пример дерева команд CLData показан на снимке экрана выше). Такая последовательность команд обеспечивает постоянное удержание детали каким-либо устройством:

1. Зажим конечного захвата (Clamp 2: Вкл)
2. Разжим исходного захвата (Clamp 1: Выкл)
3. Перехват детали из исходного в конечный держатель (Takeover)

5.16.2.3 Параметры управления захватами

Операции по перемещению детали(see page 1445) имеют следующие параметры, влияющие на вывод команд управления зажимами.



Операции по перемещению детали(see page 1445) в общем случае могут работать с 3 держателями заготовок, что соответствует 3 этапам процесса захвата и размещения.

1. Деталь расположена на исходном коннекторе заготовки
2. Деталь перемещается с помощью захвата (гриппера)
3. Деталь расположена на конечном держателе заготовки после перемещения

Параметры зажима имеют 3 группы параметров, которые соответствуют этапам выше. Держатели заготовок разных этапов могут совпадать, также некоторые операции этой группы имеют более простой процесс перемещения детали. Это также отражается на параметрах зажима. Рассмотрим параметры одной стадии.

- Комбобокс "**Устройство захвата**" позволяет выбрать из доступных в проекте захватов тот, который используется для данного этапа перемещения детали. См. раздел ниже о том, как сделать зажимное устройство доступным для выбора в этом списке. Этот параметр также может иметь значение <**Нет**>, что означает, что команды по управлению захватами не выводится. Пункт перечисления <**Пользовательский**> позволяет явно указать идентификатор зажима устройства, даже если он отсутствует в схеме станка или в оснастке.
- **Положение зажатия** — это значение оси, которое соответствует зажатому состоянию устройства на данном этапе перемещения детали.
- **Положение разжатия** — это значение оси, соответствующее разжатому состоянию устройства на данном этапе перемещения детали.

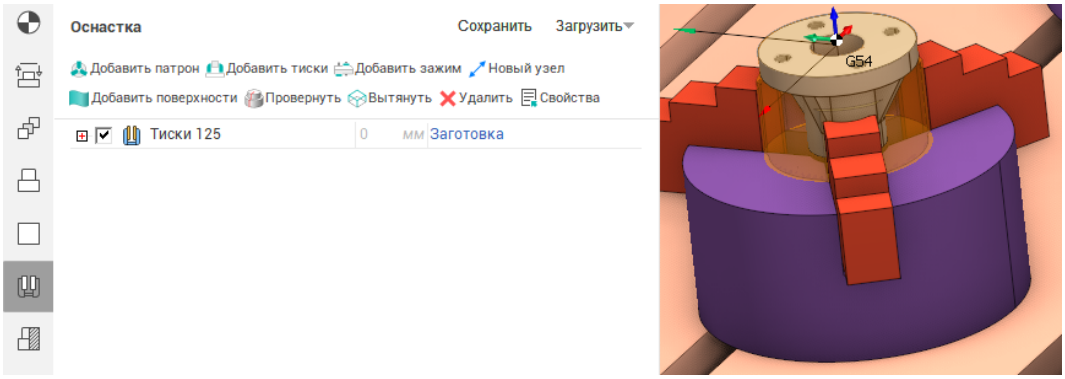
Для примера задания этих параметров смотрите дистрибутивные проекты с операциями перемещения детали.

5.16.2.4 Добавление устройства захвата детали в проект

В проекте есть список зажимных устройств, где каждое устройство идентифицируется уникальным номером. Этот список формируется автоматически и используется для выбора зажимного устройства для различных стадий перемещения детали. В настоящее время существует 3 способа добавить устройство захвата.

1. Добавление как **оснастки**

© 2025 ООО СПРУТ Технология



На вкладке «Оснастка» параметров групп операций «Станок/Установ/Деталь» можно создать устройство захвата с помощью кнопок "**Добавить патрон**", "**Добавить тиски**" или "**Добавить зажим**", либо загрузить модель захвата из файла .**mcp**. Параметры приспособления можно использовать для изменения модели зажима, например, чтобы установить минимальное и максимальное значение для оси захвата. Дополнительную информацию о создании фикстур и их параметрах см. в разделе документации Оснастка(see page 694).

2. **Специальная ось**, созданная в CAM системе "**Machine Maker**". Вы можете создать в Machine Maker захват или инструмент для прихваточной сварки как специальную ось станка с флагом «зажим» и эта ось будет использоваться для изменения состояния захвата. Также становится доступным автоматическое зажимание/разжимание такого устройства с помощью Операции по перемещению детали(see page 1445). Для получения дополнительной информации о том, как создать такое зажимное устройство, см. документацию "CAM система Machine Maker".

3. **"Параметрические" кулачки** . Многие токарные станки имеют кулачки шпинделя или противошпинделя, которые специальным образом определены в файле схемы станка. Они вращаются вместе со шпинделем и учитываются при моделировании и обнаружении столкновений. Эти автоматически распознаваемые оси кулачков также добавляются в список зажимов станка. Идентификатор зажима для них назначается автоматически. См. дистрибутивный проект *Turn-Milling/Takeover.stcp* для примера такой схемы станка и использования зажимов в операции МТМ перехват(see page 1458).

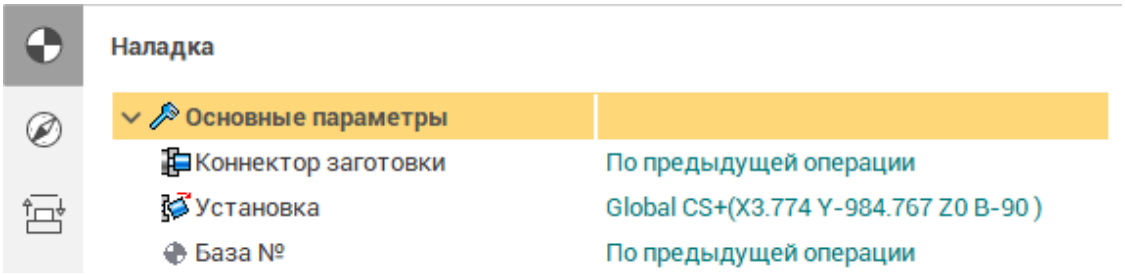
5.16.2.5 Список операций с автоматическим управлением захватами

- Захват и перемещение(see page 1450)
- МТМ перехват(see page 1458)
- Работа противошпинделем(see page 1463)
- Подача прутка(see page 1466)

5.16.3 Захват и перемещение

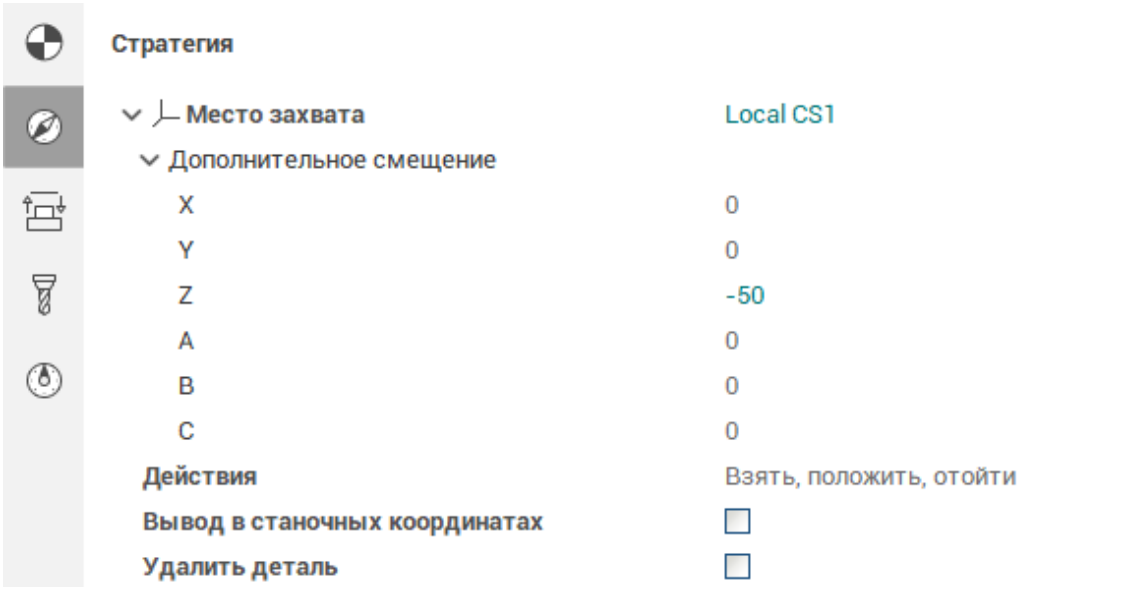
5.16.3.1 Траектория и параметры

Операция "**Захват и перемещение**" разработана для управления специальным инструментом типа "**захват**" с целью перемещения заготовки внутри рабочей зоны оборудования.



Заготовка перемещается из места, которое было задано в предыдущей операции, в новое место, которое определяется параметрами "**Коннектор заготовки**" и "**Установ**".

Все перемещения инструмента (гриппера) генерируются в **системе координат заготовки**.



Траектория операции "Захват и перемещение" состоит из трех секций: взятие, перенос, возврат.

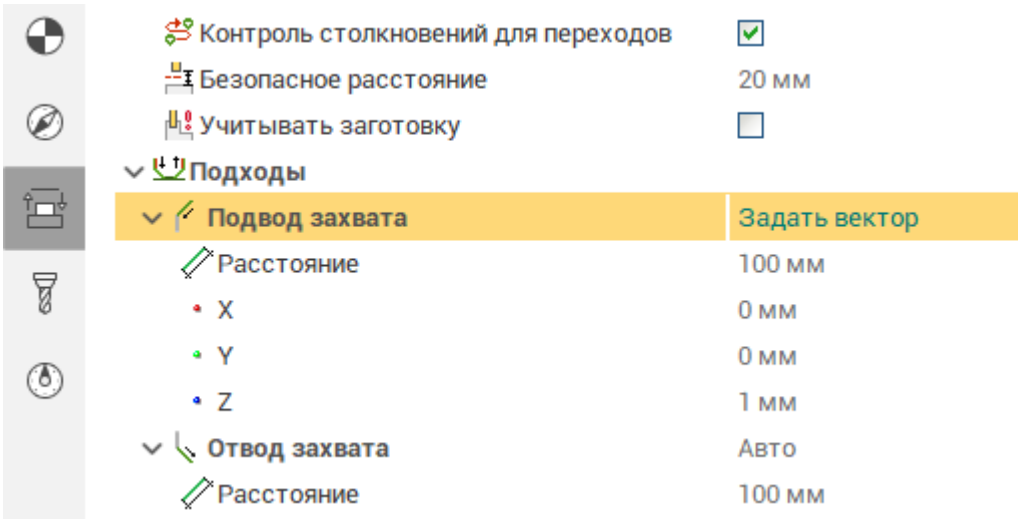
1. **Секция взятие** содержит перемещения захвата из исходной точки (обычно точка смены инструмента) в место захвата на детали. Место захвата определяется в геометрической системе координат на заготовке с возможностью ввода дополнительных смещений.
2. **Секция переноса** сродержит перемещения захвата вместе с деталью из исходного в требуемое положение. Перенос может выполняться как через безопасную плоскость, так и с обходом слолкновений.
3. **Секция возврата** сродержит перемещения пустого захвата в конечную точку (обычно точка смены инструмента).

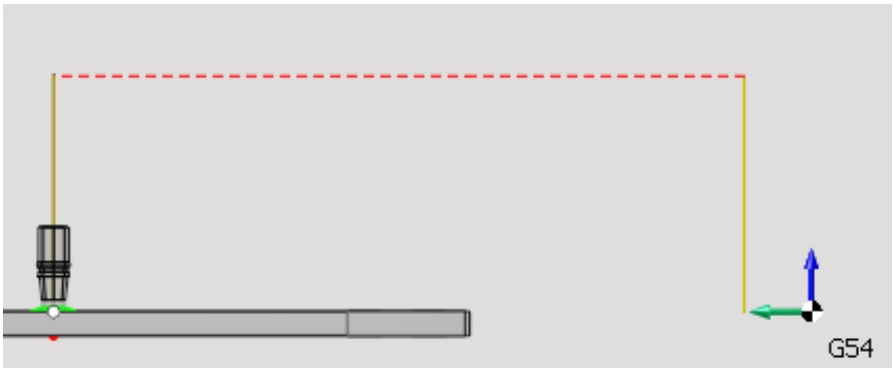
Параметр **"Действия"** задает какие секции должны быть сгенерированы.

Если опция "**Удалить деталь**" включена, то заготовка исчезает после выполнения секции переноса.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.16.3.2 Добавление Подхода/Отхода





Используя эти параметры, вы можете определить длину и направление движений подхода/отхода инструмента к позициям захвата и/или размещения. Для примера, рассмотрим подробнее параметр «Подвод захвата». Этот параметр определяет положение, из которого инструмент начинает движение для непосредственного захвата детали (используя специальную подачу «engage»). Подвод захвата может быть трех типов:

- **Нет** - Подход отключен
- **Авто** - Подход выполняется вдоль оси инструмента
- **Задать вектор** - Подход выполняется вдоль указанного направления

Параметр «Расстояние» определяет длину перемещения инструмента в выбранном направлении (движение осуществляется на подаче "engage").

На скриншоте выше справа показан пример траектории операции "Захват и перемещение", где вертикальные сегменты соответствуют подходу/отходу (в этом примере они имеют одинаковую длину). Красный цветом показаны перемещения на ускоренной подаче, оливковым цветом — на подаче "engage/retract".

5.16.3.3 Обучающее видео по созданию операции "Захват и перемещение"

Следующий видеоролик демострирует способ создания сборочных проектов.

5.16.3.4 Операция "Перемещение к следующему установу"

Это особый вид операции "Захвата и перемещение", который, как и "Токарный перехват", берет положение детали для размещения из **следующей** операции (обычно это "**Установ**"

или группа "**Деталь**"). Остальные параметры соответствуют общей операции "Захват и перемещение".

В основном эта операция используется для роботов и фрезерных станков. Для токарной или токарно-фрезерной обработки вместо нее рекомендуется использовать специализированную операцию "**Токарный перехват**".

5.16.3.5 Примеры дистрибутивных проектов

В дистрибутив CAM системы включены несколько демонстрационных проектов с операциями "Захват и перемещение": "*Milling/WoodWorking/FrameAssembly.stcp",* а также проекты из папки "*Robots/Pick and place"*.

Сопутствующие ссылки:

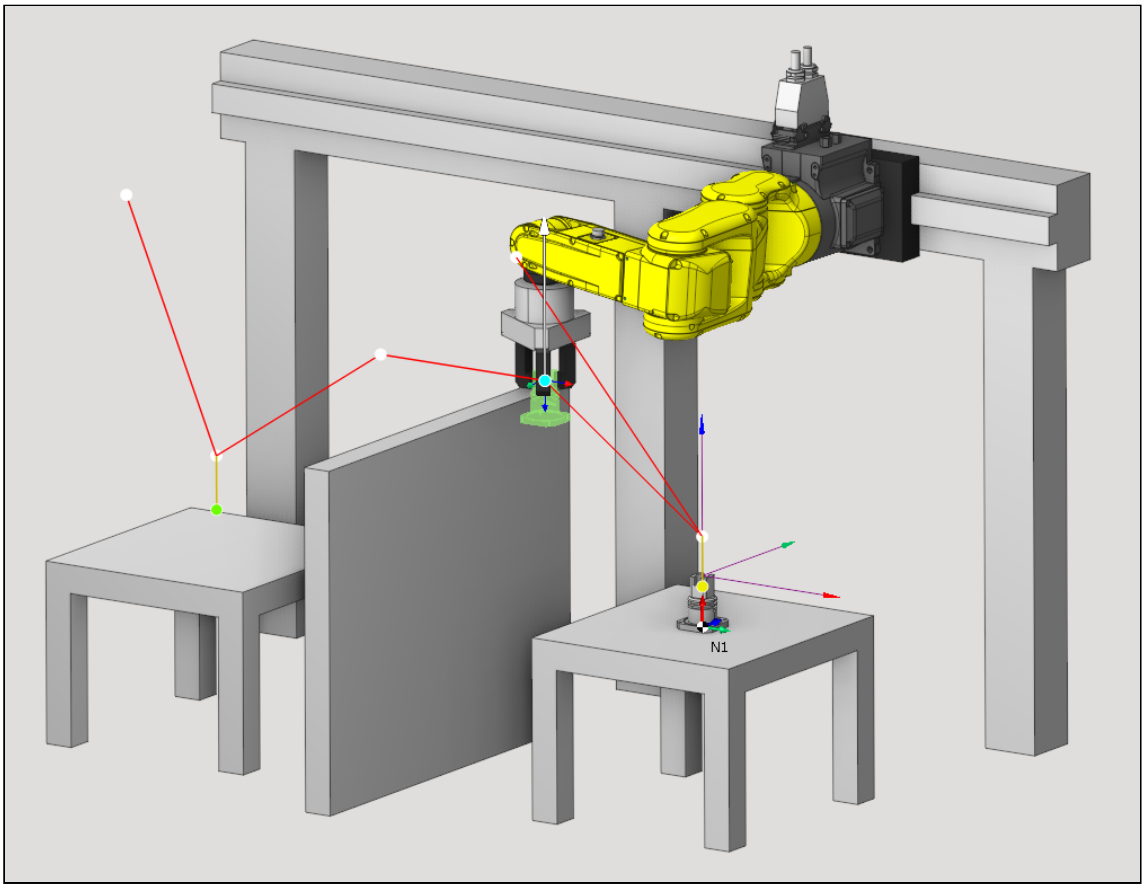
Операции по перемещению детали(see page 1445)

Требования к схеме станка для операций перемещения детали(see page 1445)

Управление захватами(see page 1447)

Правила подвода и отвода(see page 585)

5.16.3.6 Захват и перемещение по точкам



Эта операция основывается на другой операции "Захват и перемещение"(see page 1450)

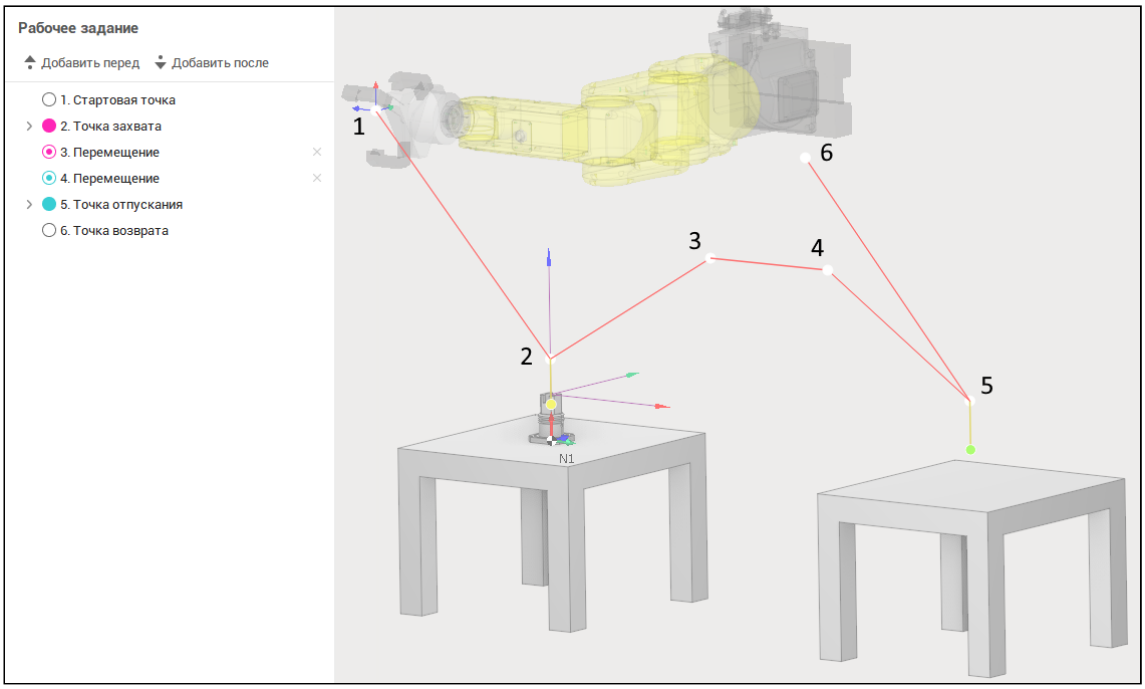
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Рабочее задание строится по узловым точкам**.** В точках задается положения робота. Добавляя и удаляя точки можно задать как будет перемещаться деталь.

Рабочее задание состоит из нескольких видов точек:

1. Стартовая точка
2. Точка захвата
3. Перемещение (относительно Точки захвата)
4. Перемещение (относительно Точки отпускания)
5. Точка отпускания
6. Точка возврата

   При помощи этих точек можно построить цепочку траектории.



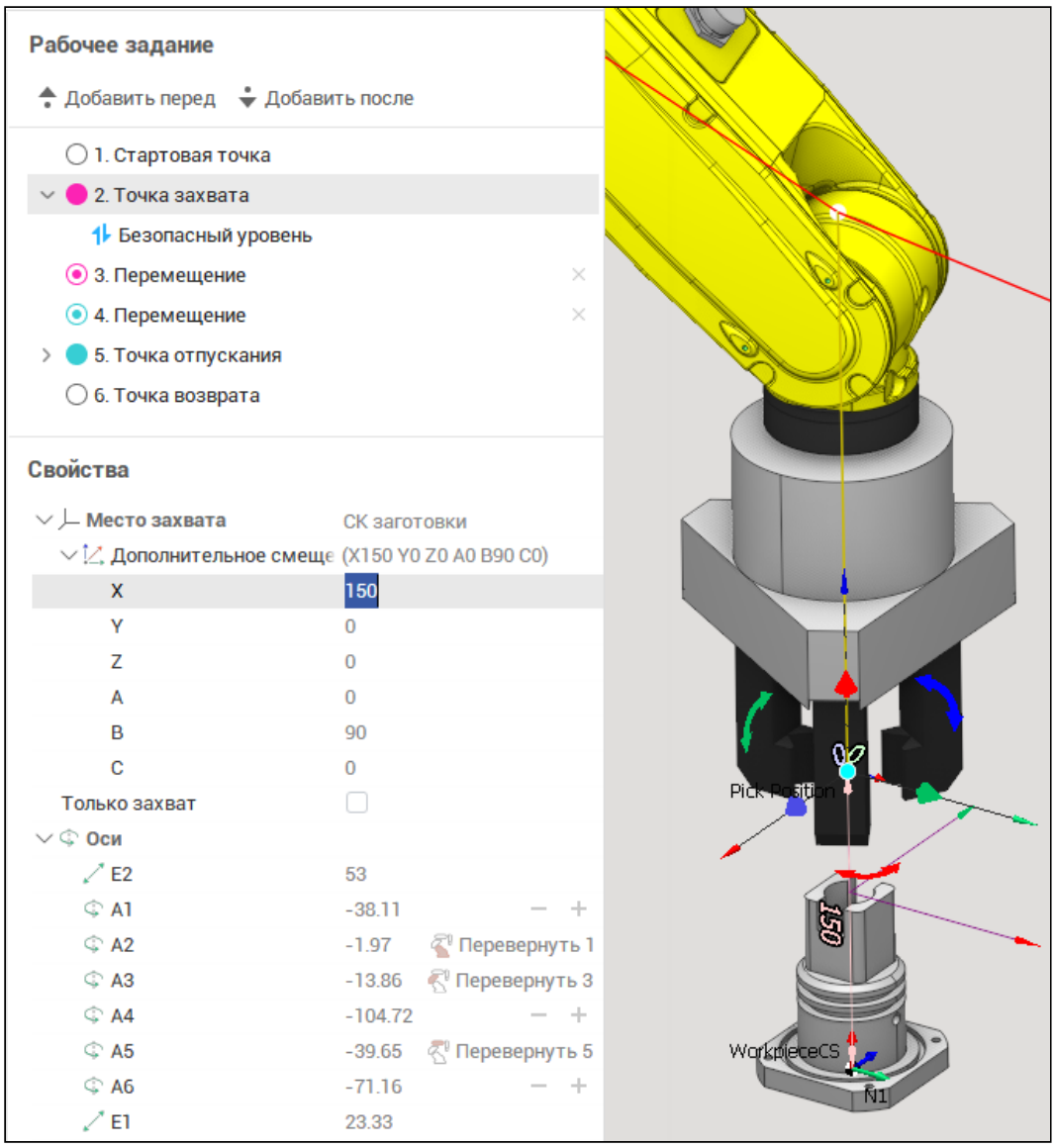
1. **Стартовая точка**

   Доступен только для чтения. Это конечная точка предыдущей операции.

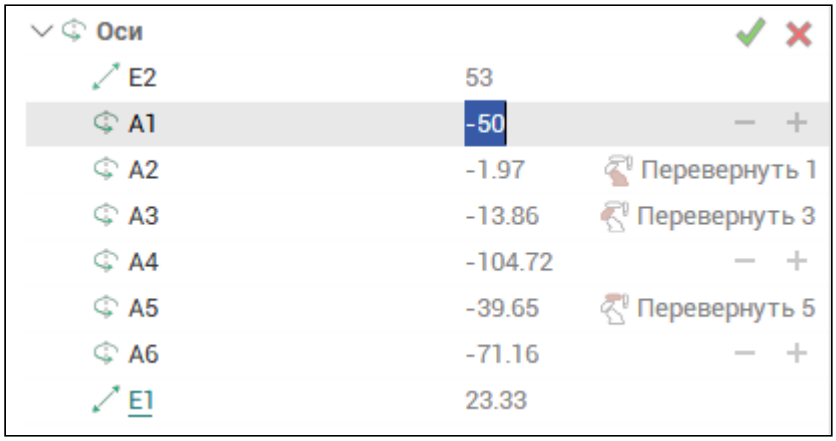
2. **Точка захвата**

   Положение захвата детали.

   Свойства:



Место захвата определяется в геометрической системе координат на заготовке с возможностью ввода **дополнительных смещений.**
Если выбрана "**Только захват**", то траектория заканчивается этой точкой.
Оси - положение осей робота в текущей точке.
При изменении значение оси появляются две кнопки:



© 2025 ООО СПРУТ Технология

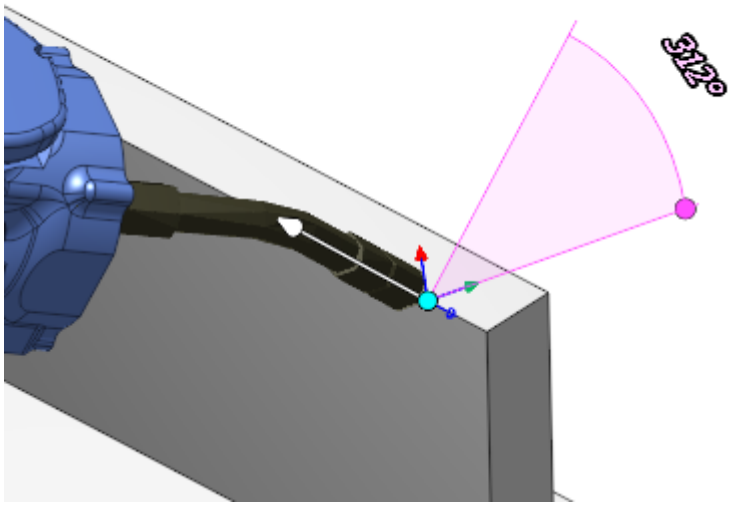
- применяет изменения
- возвращает предыдущие значения
- 360/+360
Перевернуть - выворачивает соответствующий сустав робота

3. **Перемещение (относительно Точки захвата)**

Точки перемещения добавляются кнопками "**Добавить перед**" и "**Добавить после**". По умолчанию точки добавляются относительно выбранного узла в дереве. Если изменить исходное положение детали, то по умолчанию эта точка тоже переместится.

Свойства:

Зафиксировать vX - включает режим редактирования 6 ой оси:



Тип движения - устанавливает по какому типу перемещаться к точке:

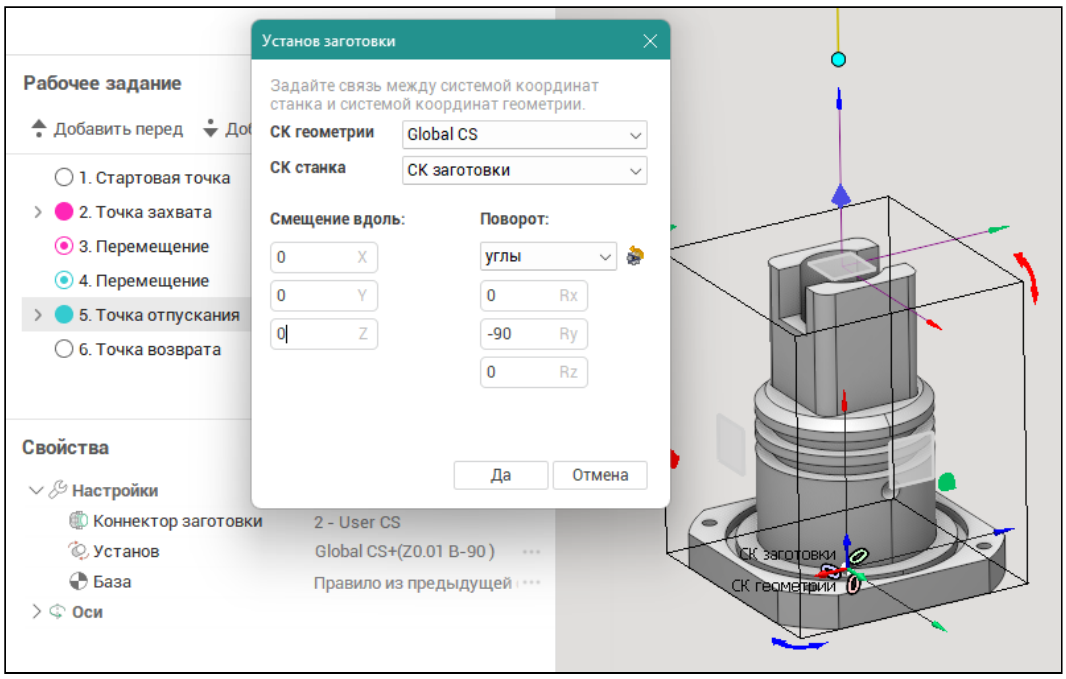
- MultiGoto - Многокоординатное перемещение
- PhysicGoto - Перемещение в физических осях станка
- Обход столкновений - Перемещение с обходом столкновений

4. **Перемещение (относительно Точки отпускания)**

Отличается от предыдущей точки тем, что точка перемещается вместе с конечным положением детали.

5. **Точка отпускания**

Позиция, в которой должна быть размещена деталь.
Положение, в котором должна быть размещена деталь, определяется коннектором заготовки(see page 405) и установом(see page 482).

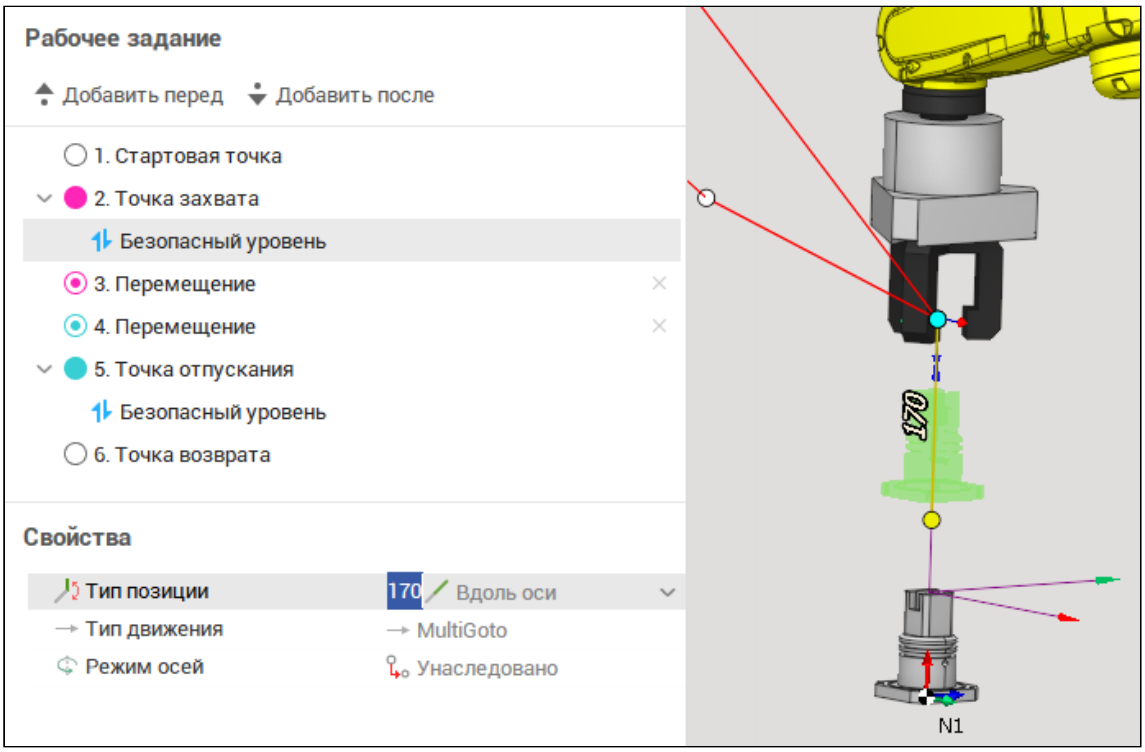


6. ◯ **Точка возврата**

   Возврат в точку смены инструмента. Если он выключен, то траектория заканчивается в точке **Точка отпускания**.

Безопасный уровень

Используя эти точки, вы можете определить длину и направление движений подхода/отхода в позиции захвата и/или размещения.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Как перетаскивать точки в интерактивном режиме, можно найти в разделе «Операция точечной сварки(see page 1470)».

See also:

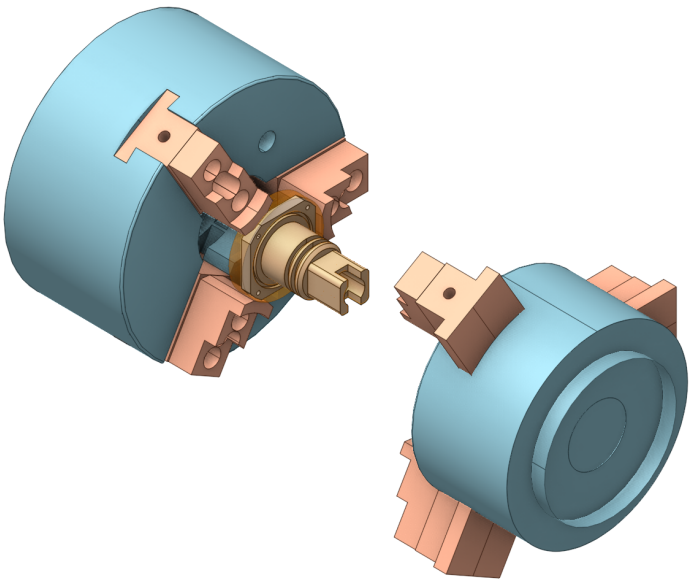
Операции по перемещению детали (see page 1445)

Требования к схеме станка для операций перемещения детали(see page 1445)

Управление захватами (see page 1447)

Правила подвода и отвода (see page 585)

5.16.4 Токарный перехват



5.16.4.1 Область применения:

Токарный перехват — это особый вид операции захвата и размещения, предназначенный для использования в шаблоне проекта токарного или токарно-фрезерного станка. Основное отличие операции **Токарный перехват** от операции **Захват и перемещение** (Узнать больше(see page 1450)) заключается в том, что соединитель заготовки и настройка СК автоматически перенимаются из следующей части проекта. Также набор рабочих параметров адаптирован специально для токарного или токарно-фрезерного типа обработки.

5.16.4.2 **Наладка:**

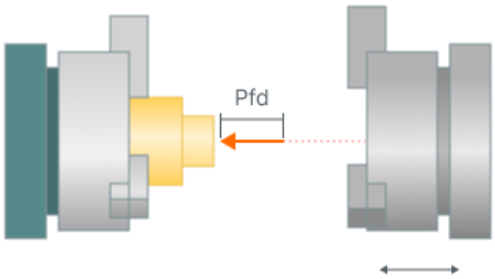
Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

5.16.4.3 **Стратегия:**

Расстояние подачи захвата.

Длина движения шпинделя на подаче «Подвода» перед захватом детали.

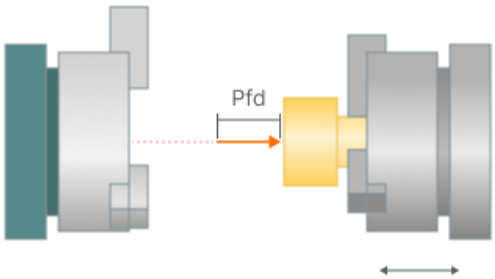
Нажмите здесь для раскрытия...



Расстояние подачи возврата.

Длина движения шпинделя на подаче «Отвода» после захвата детали..

Нажмите здесь для раскрытия...



Использовать постоянный цикл

Система выведет операцию в виде цикла.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Синхронизировать с

Операция перемещения будет синхронизирована с выбранной операцией отрезки.

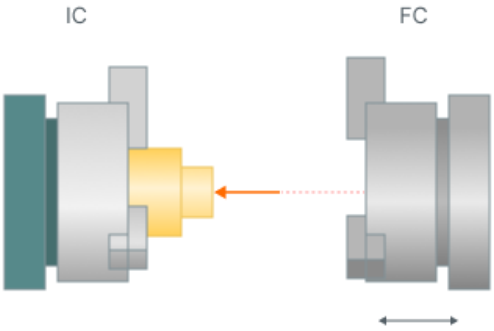
Вывод в станочных координатах.

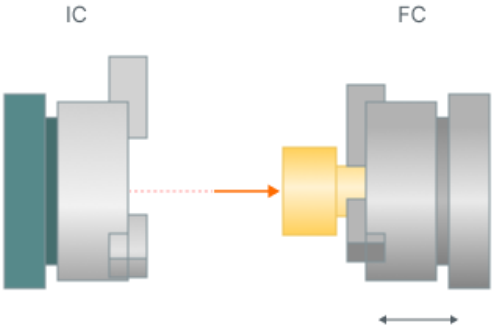
Команды и координаты «Multigoto» или «Goto» генерируются для перемещения осей станка.

Исходный зажим (IC)/Конечный зажим(FC)

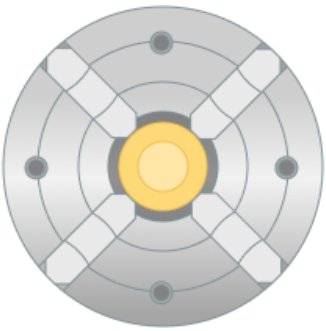
Зажимное устройство, которое **изначально** удерживает деталь (IC) / удерживающая деталь **после** переноса (FC). Специальные команды CLData для зажима/разжима устройства выводятся автоматически

Нажмите здесь для раскрытия...

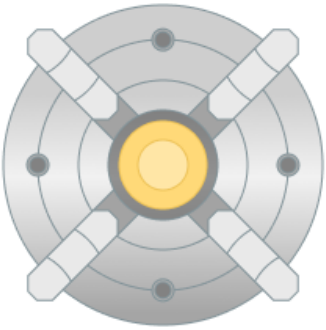




Положение зажатия. Положение оси зажима, соответствующее<Зажато> состоянию устройства



Положение разжатия. Положение оси зажима, которое соответствует (полностью)<Разжатому> состоянию устройства.



Сопутствующие ссылки:

Операции по перемещению детали(see page 1445)

Захват и перемещение(see page 1450)

Программирование автоматов продольного точения(see page 1442)

Требования к схеме станка для операций перемещения детали(see page 1445)

Управление захватами(see page 1447)

Правила подвода и отвода(see page 585)

5.16.4.4 Синхронизация фаз в Токарном перехвате

Область применения:

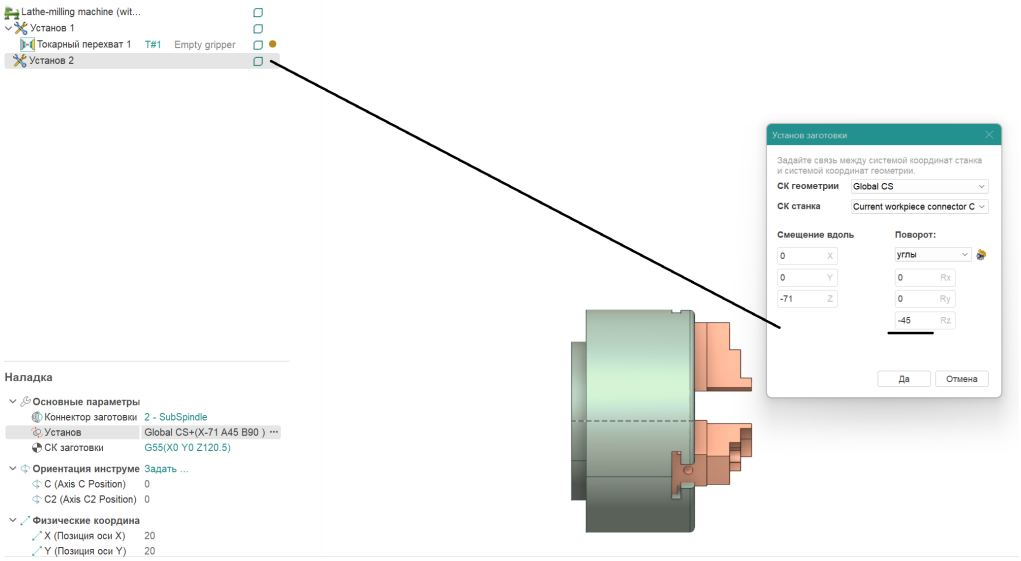
Необходимо выполнить перехват деталей с разными фазами путем синхронизации шпинделей.

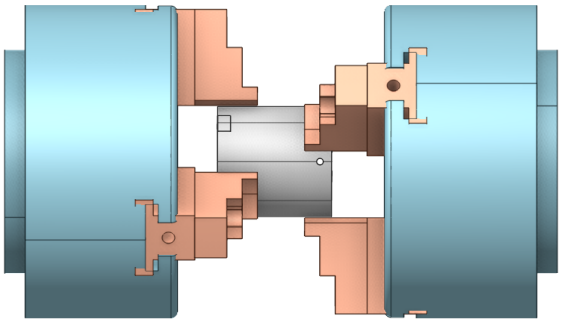
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Особенности работы:

Для установления разных фаз (углов) шпинделя необходимо в последующем положении детали (установе/детали) указать фазу, отличную от начальной.

Например, на рисунке ниже угол равен -45 градусам.





```
%
Opereh01
(Turn take over 1)
T101
G99
(Empty gripper)
G97 S200 M03
G28
M111 (sub chuck open)
G4 P0.5
G00 Z10.
Z20.
G199 R-315. (Sync spindles rotation)
M14 (Air on)
G4 G01 G98 F200. P0.5
M110 (sub chuck close)
G4 P0.5
M15 (Air off)
M11 (main chuck open)
G4 P0.5
G198 (Cancel spindles sync)
M05
G00 Z10.
G28
M30
%
```

5.16.5 Работа противошпинделем

5.16.5.1 Обзор операции

Работа противошпинделем - это упрощенная операция типа "**Захват и перемещение**", адаптированная, для токарно-фрезерных станков с противошпинделем. Она позволяет:

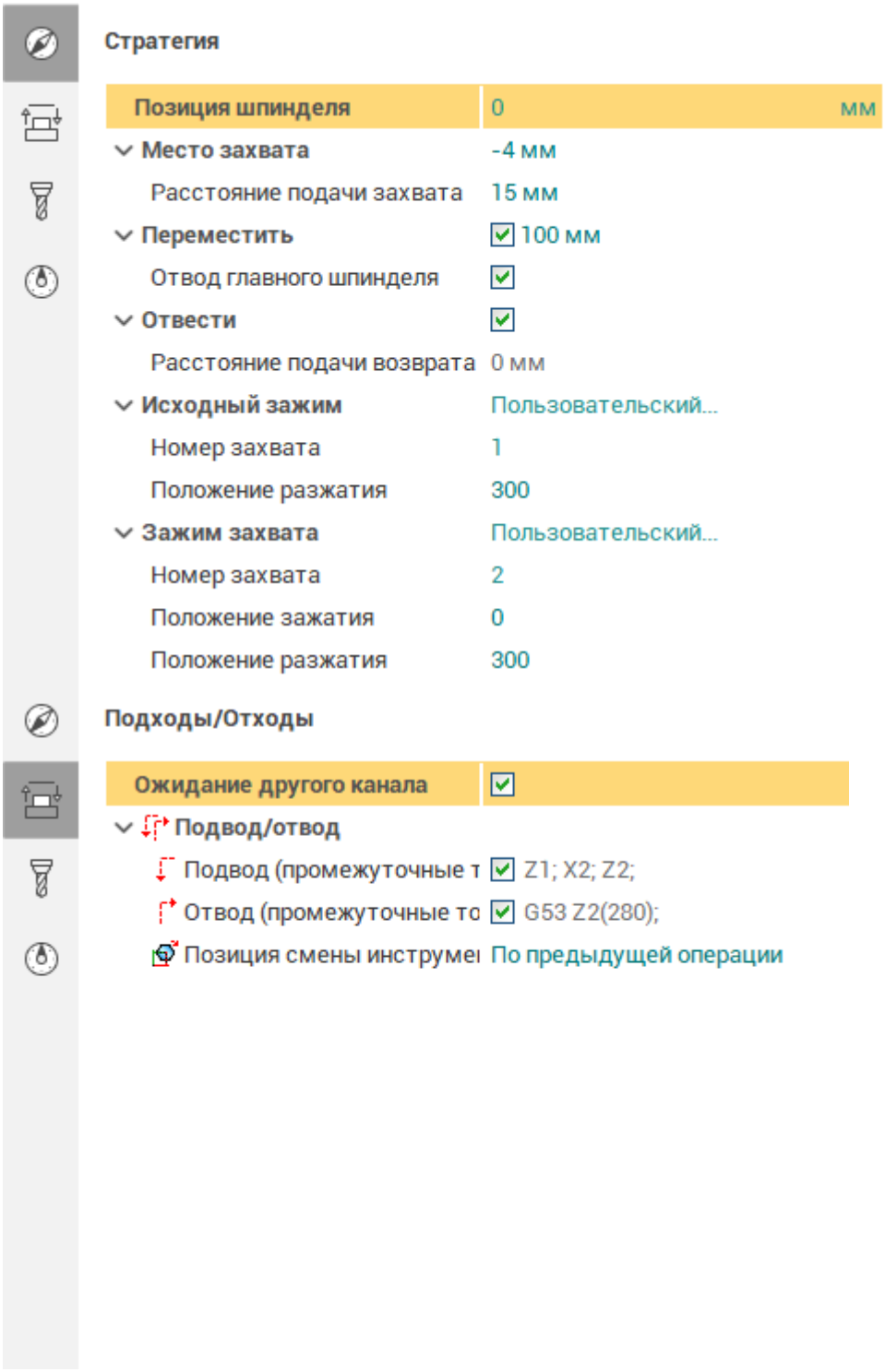
- синхронизировать главный шпиндель и противошпиндель.
- захватывать деталь противошпинделем для дальнейшей обработки обоими шпинделями.
- перемещать деталь в главном или противошпинделе.

Траектория этой операции содержит те же основные стадии, что и общая операция "Захват и перемещение".

5.16.5.2 Параметры операции

Параметры траектории операции "Работа противошпинделем" можно задать на вкладках инспектора "Стратегия" и "Подходы/отходы".

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Позиция шпинделя

Исходное положение главного шпинделя в физических координатах для этой операции (если станок токарный/швейцарского типа с двумя шпинделями). Это перемещение шпинделя выводится в секции **отвода предыдущей операции**.

Место захвата

Положение вспомогательного шпинделя, в котором он будет удерживать деталь.

Расстояние подачи захвата

Длина перемещения, выполняемого на подаче подхода ("Engage") перед захватом детали.

Переместить

Если параметр включен, то вы можете определить новое положение заготовки в активном шпинделе (расстояние от СК заготовки до базовой точки шпинделя). Если параметр отключен, то положение заготовки в активном шпинделе не изменится.

Отвод главного шпинделя

Если параметр включен, то активный шпиндель перемещается без заготовки, в противном случае вспомогательный шпиндель перемещается с зафиксированной заготовкой.

Отвести

Если параметр включен, то основной и вспомогательный шпиндели будут рассинхронизированы и перемещены в исходное положение.

Отключите этот параметр, если необходимо, чтобы главный шпиндель и противошпиндель оставались синхронизированными между собой. Все дальнейшие операции выполняются обоими шпинделями, если нет возврата в исходное положение.

Расстояние подачи возврата

Длина перемещения, выполняемого на подаче отхода ("Retract") после захвата детали.

Параметры устройств захвата

Эта группа параметров позволяет указать механизмы и устройства, используемые для захвата детали в главном или вспомогательном шпинделе. Более подробную информацию смотрите на странице документации Управление захватами(see page 1447).

Ожидание другого канала

Если этот параметр включен, то перед секцией подвода операции "Работа противошпинделем" будет вставлена команда CL-data <**Wait**>. Это означает, что данная операция не начнет работу, пока не будет закончена обработка в другом канале.

Этот параметр виден только в том случае, если в схеме станка более 1 канала и предыдущая операция выполняется другим каналом.

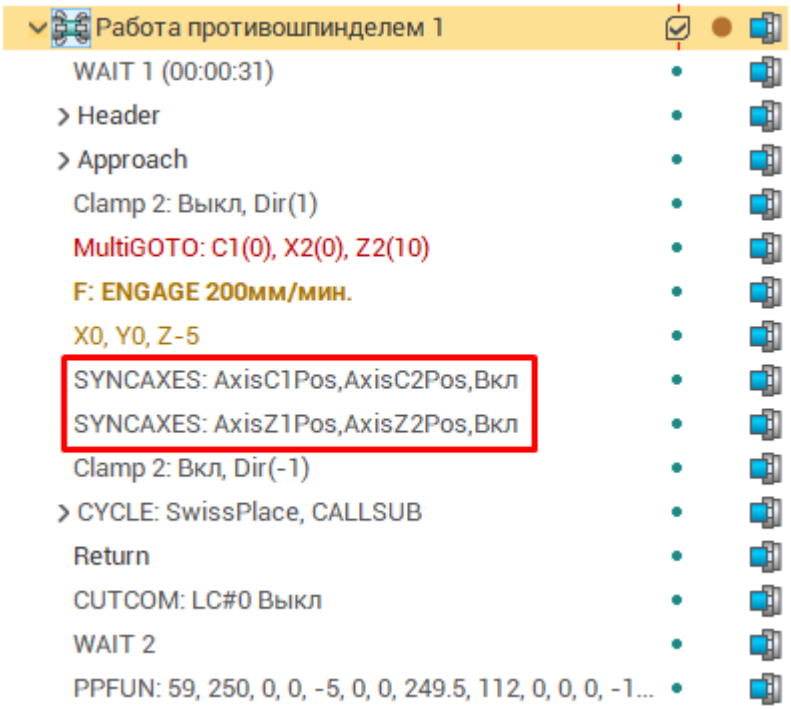
Параметры подвода/отвода

Это общая для большинства операций CAM системы группа параетров, определяющая секции подвода и отвода данной операции. Более подробная информация доступна в разделе Правила подвода и отвода(see page 585).

5.16.5.3 Синхронизация шпинделей

Операция "**Работа противошпинделем**" автоматически генерирует команды CL-data для **синхронизации шпинделей**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.16.5.4 Примеры дистрибутивных проектов

Пример использования операции "Работа противошпинделем" с синхронизацией шпинделей доступен в дистрибутивном проекте *Turn-Milling/Hanwha.stc*.

Сопутствующие ссылки:

Операции по перемещению детали(see page 1445)

Программирование автоматов продольного точения(see page 1442)

Требования к схеме станка для операций перемещения детали(see page 1445)

Управление захватами(see page 1447)

5.16.6 Подача прутка

5.16.6.1 Обзор операции

Любая токарная обработка на swiss-type станке начинается с подачи прутка. Таким образом, подача прутка должна быть первой операцией в списке для таких проектов. На токарных станках Hanwha эта операция генерирует команды G300.

Пример создания и использования операции см. в обучающем видео Creating a simple Bar feeding operation.

5.16.6.2 Параметры операции

Вылет прутка

Осевое расстояние между базовой точкой шпинделя и кончиком инструмента.

Расстояние отвода

Расстояние отвода ограничителя-инструмента перед его удалением.

Использовать постоянный цикл

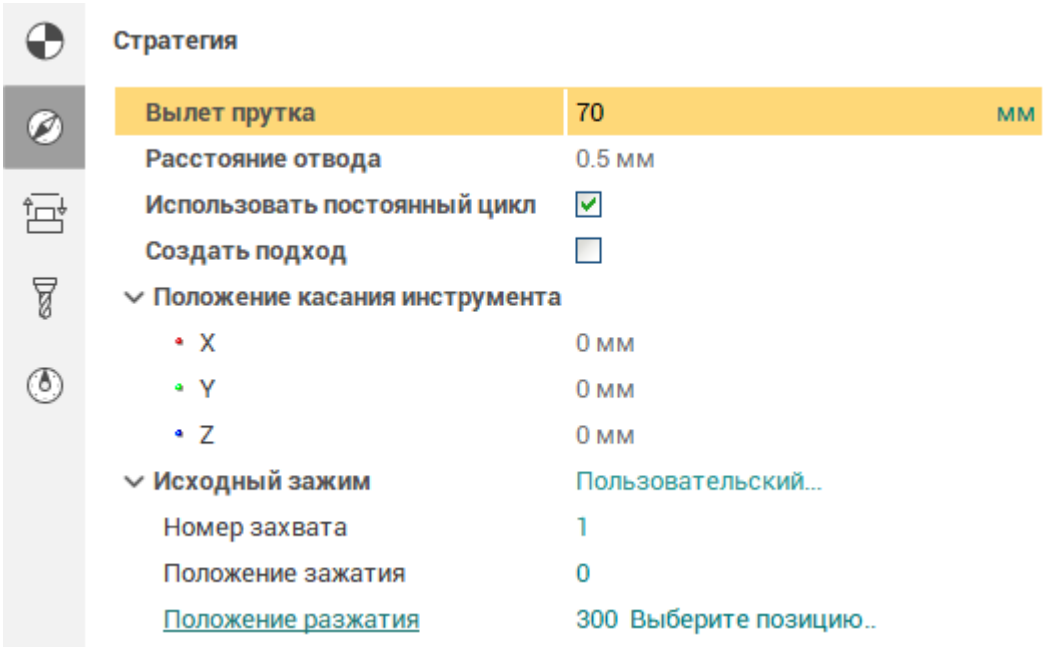
Если параметр включен, то процесс выдвижения прутка будет выполнен в виде цикла для дальнейшего анализа в постпроцессоре.

Создать подход

Отключите этот параметр, если инструмент уже находится в начальной точке после отрезки, например, в случае зацикливания программы.

Положение касания инструмента

Положение кончика инструмента в системе координат заготовки (G54).



Исходный зажим

Выберите (опционально) зажимное устройство, которое изначально удерживает деталь, и задайте параметры его использования. Если параметр включен, то будут генерироваться специальные команды CLData для зажима/разжима детали во время подачи прутка. Более подробную информацию смотрите на странице документации Управление захватами(see page 1447).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.16.6.3 Примеры дистрибутивных проектов

Пример использования операции "**Подача прутка**" в качестве первой в токарной обработке доступен в дистрибутивном проекте *Turn-Milling/Hanwha.stc*.

Сопутствующие ссылки:

Операции по перемещению детали(see page 1445)

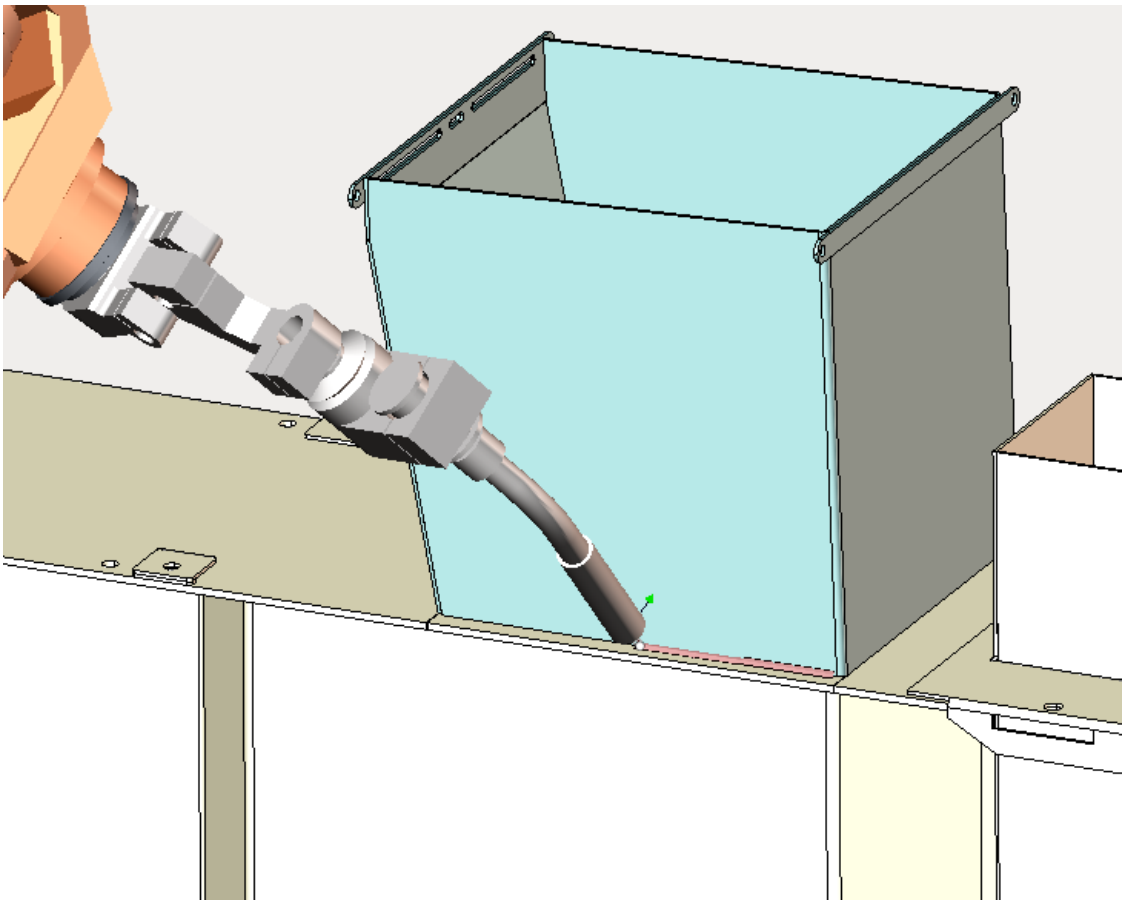
Программирование автоматов продольного точения(see page 1442)

Требования к схеме станка для операций перемещения детали(see page 1445)

Управление захватами(see page 1447)

Правила подвода и отвода(see page 585)

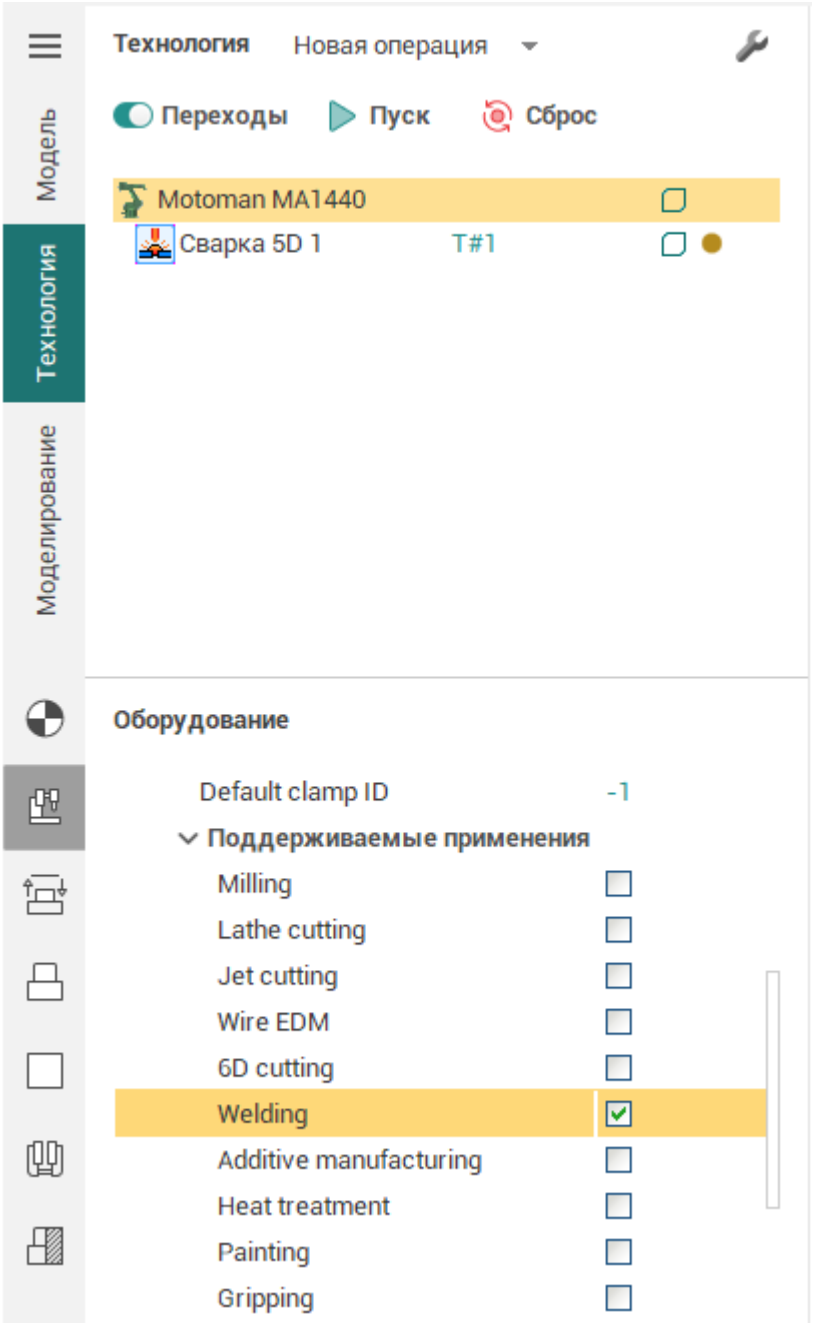
5.17 Сварка



Для работы со сварочным оборудованием в настоящий момент разработана одна универсальная операция Сварка 5D(see page 1476). Она реализует функционал автоматического расчета геометрии сварочного шва без привязки к конкретному типу сварки и оборудования, т.е. не формирует специфических команд управления для лазера, электрической дуги, газовой горелки, ультразвуковой установки и т.п.

Для того чтобы операция сварки стала доступной для создания должен быть выбран станок или робот, который поддерживает данный тип обработки. Чтобы станок

поддерживал сварку нужно в настройках держателя инструмента установить соответствующую галочку как показано на рисунке ниже.



Или можно прописать в схеме станка для держателя инструмента строки похожие на следующие.

```
<SCType ID="WeldingToolHolder" Caption="Welding tool holder" Type="TToolHolderNode">
    <SupportedToolTypes>
        <Welder DefaultValue="true"/>
    </SupportedToolTypes>
</SCType>
```


© 2025 ООО СПРУТ Технология

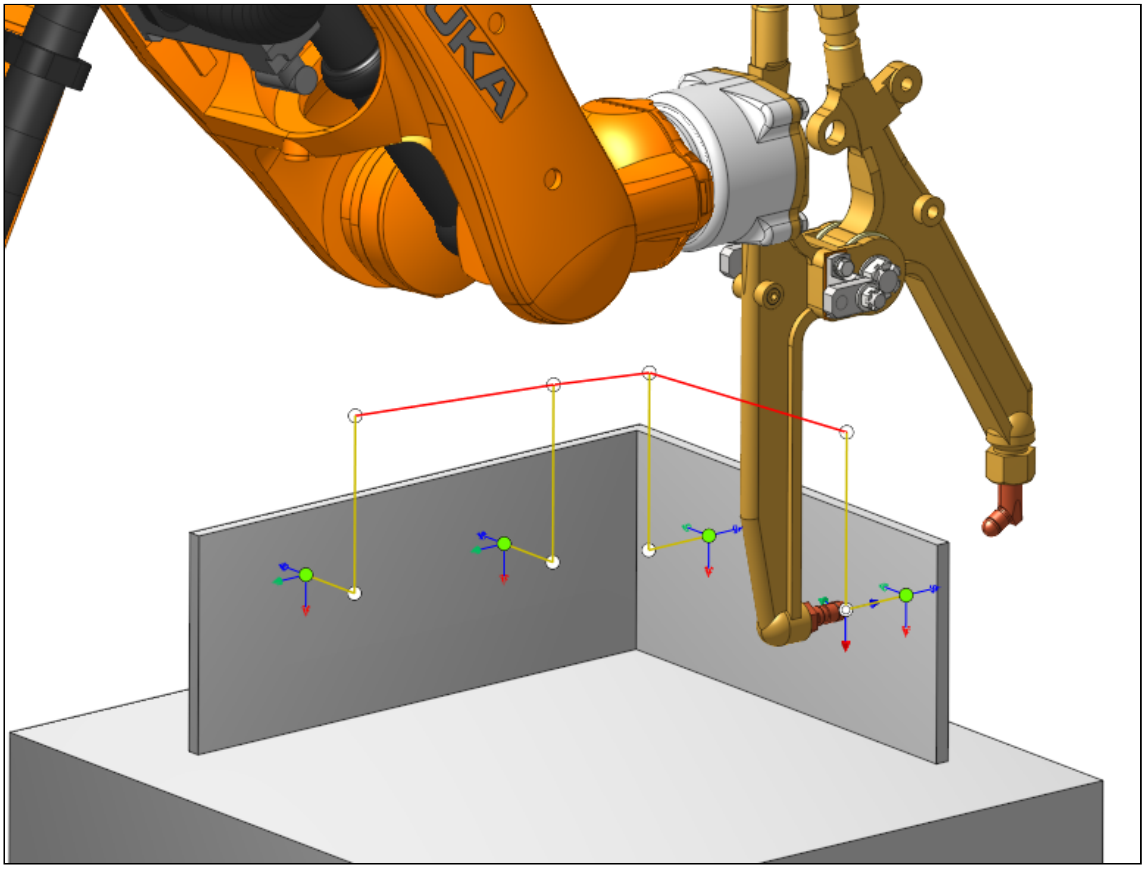
Настройка операции для работы с конкретным типом оборудования может производиться либо прописыванием соответствующих команд управления оборудованием в постпроцессоре, либо, если этого недостаточно, путем добавления специальной операции на основе операции Сварка 5D, адаптированной для управления конкретным оборудованием.

Сопутствующие ссылки:

Сварка(see page 1468)

Операции требующие адаптации(see page 1703)

5.17.1 Операция Точечная сварка



Операция может быть использована для **Прихваточной** и **Точечной контактной** сварки.

5.17.1.1 **Рабочее задание**

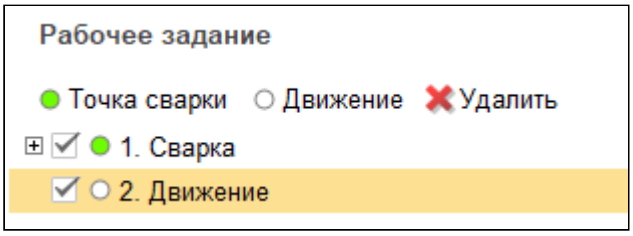
Во вкладке **Стратегия** выбирается нужный тип сварки:

Прихваточная	

Точечная контактная	Тип сварки: Точечная контактная Задержка в точке: 10 sec Идентификатор оси инструмента: E1 (Позиция внешней оси 1) Значение в разжатом состоянии: 0 Значение в зажатом состоянии: 10

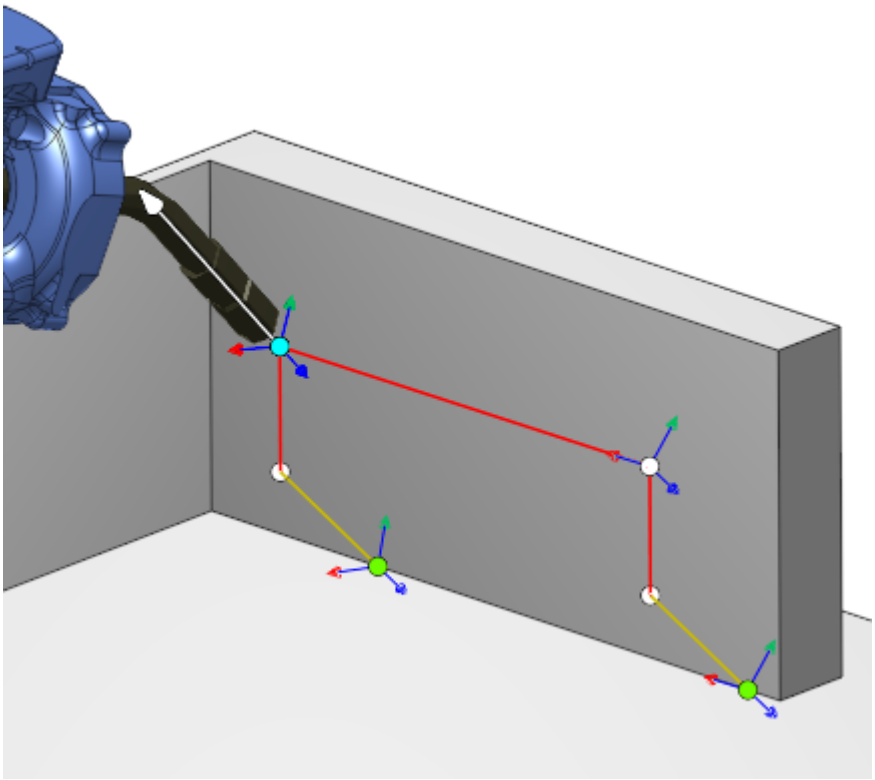
Для обоих типов рабочее задание аналогична.

Рабочее задание состоит из 2 точек:



1. Точка сварки
2. Точка движения

С помощью этих точек строится цепочка траектории:



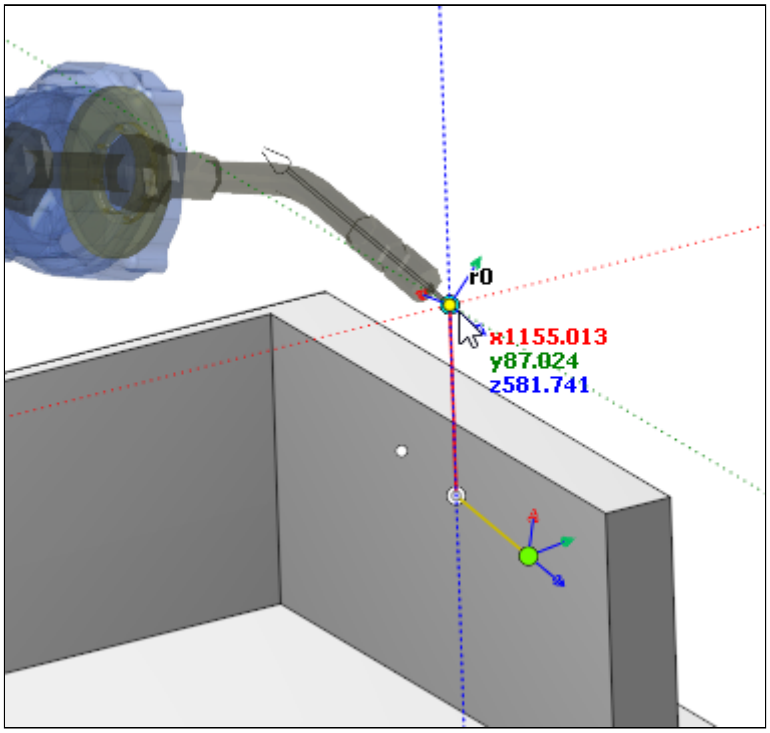
Перемещение точек

Точки можно перемещать перетаскиванием.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

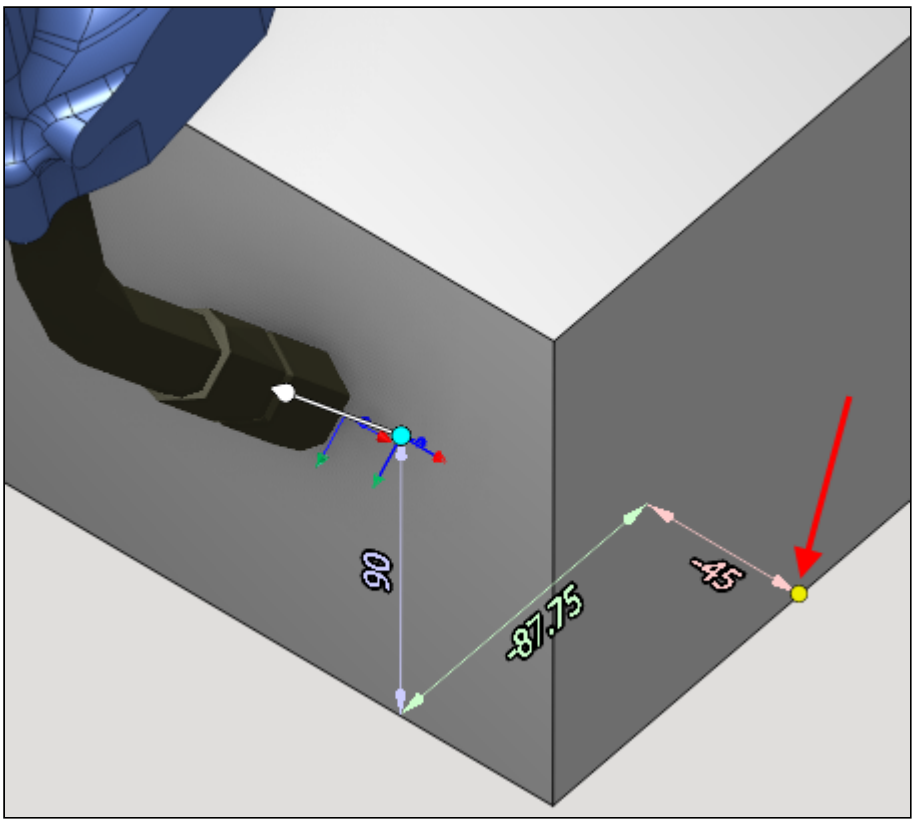
Точки могут прикрепляться к поверхностям , кривым и сплайнам , ребрам , вершинам . Ось инструмента автоматически поворачивается при прикреплении.

- **Точки Движения** легче перемещать используя **Умные привязки** **:**

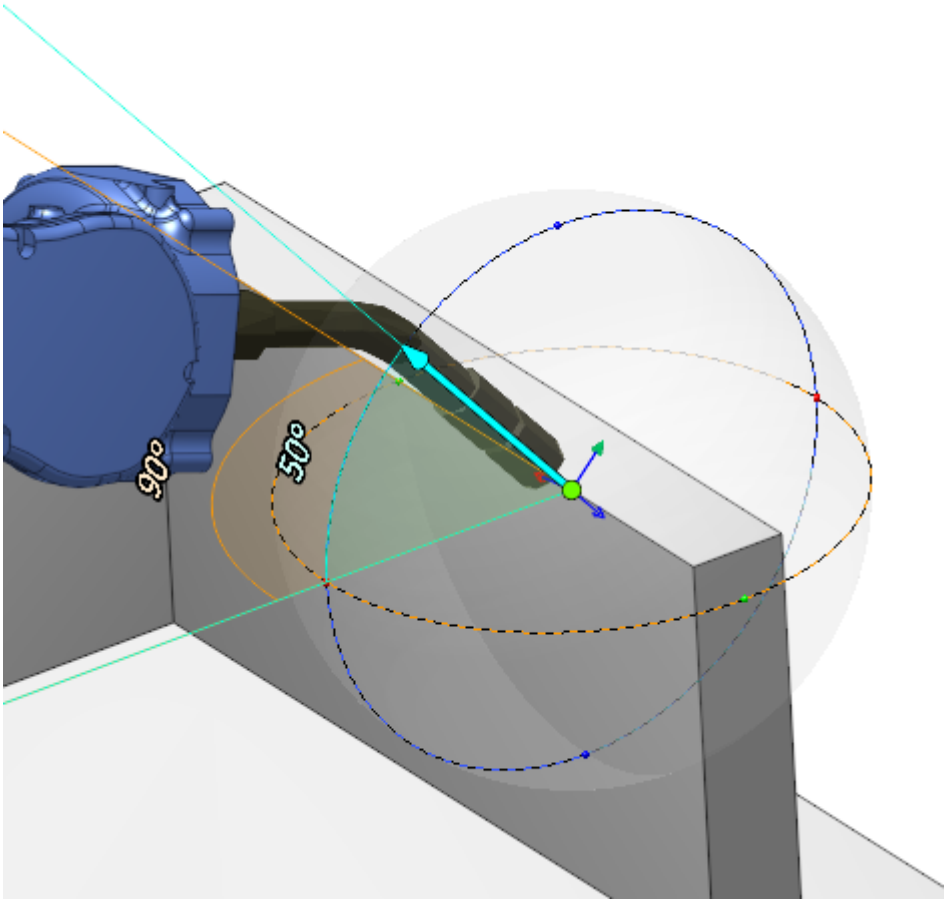


Положение точки также может быть указано как смещение из вспомогательной желтой точки.

Для этого сначала выберите желтую точку:



Вы так же можете повернуть ось инструмента, перетаскивая визуальный вектор:



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Параметры Точки

Точки содержат следующие параметры:

Точка сварки	Точка движения
Свойства	*Свойства*
Название: Сварка	Название: Движение
Позиция: (-37.43; -65.22; 240.54)	Позиция: (-37.43; -115.22; 316.41)
Углы: (91; 0; 180)	Углы: (91; 0; 180)
Зафиксировать vZ: ☑	Зафиксировать vZ: ☑
Зафиксировать vX: ☐	Зафиксировать vX: ☐
	Тип движения: MultiGoto
	Тип подачи: Rapid
Оси	Оси
S: -13.04	S: -15.6
L: 35.95 Перевернуть 1	L: 33.41 Перевернуть 1
U: -14.31 Перевернуть 3	U: -10.9 Перевернуть 3
R: -79.49	R: -77.77
B: 119.93 Перевернуть 5	B: 120.46 Перевернуть 5
T: 45.94	T: 53.09
E1: 0	E1: 0

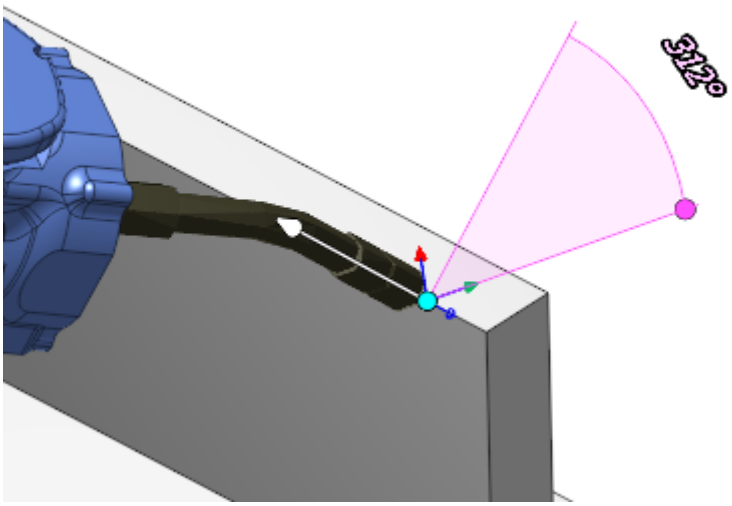
Название- Название точки

Позиция - Координаты точки.

Углы- Углы наклона оси инструмента в точке

Зафиксировать vZ - Если включен, то вектор точки не меняет свой наклон при перетаскивании точки.

Зафиксировать vX - Включает режим редактирования 6 оси:



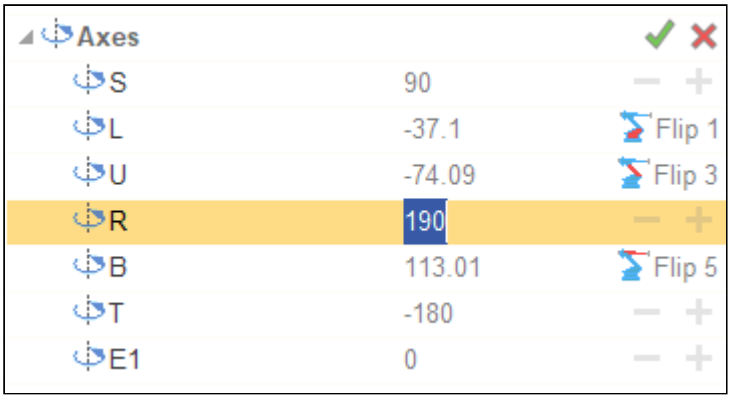
Тип движения - устанавливает каким способом перейти к точке:

- MultiGoto - Многокоординатные перемещения

- PhysicGoto - Перемещение в физических осях станка
- Avoid collisions - Движение предотвращая столкновения

Оси - Значения осей машины в текущей точке.

При изменении значения оси появляются две кнопки:



- Перемещает точку к кончику машины

- Возвращает предыдущие значения

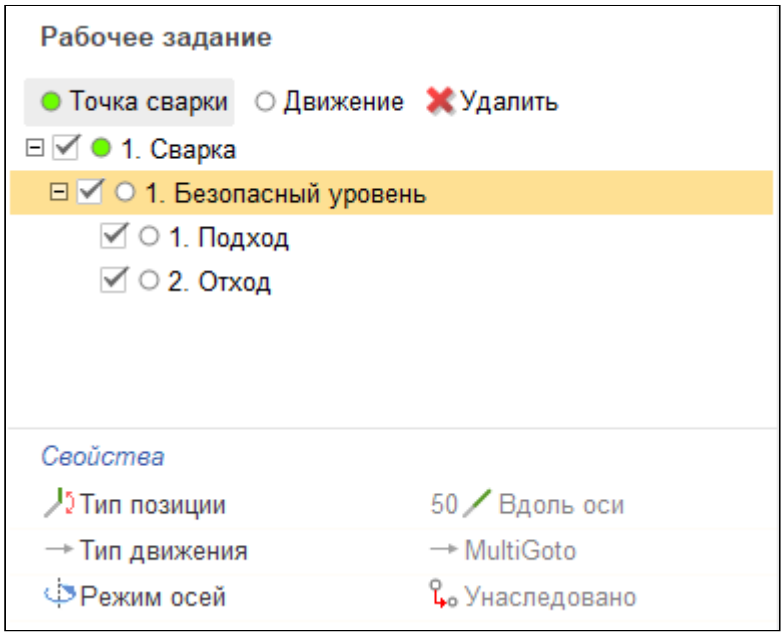
- 360/+360

Flip - вывернуть соответствующую ось машины

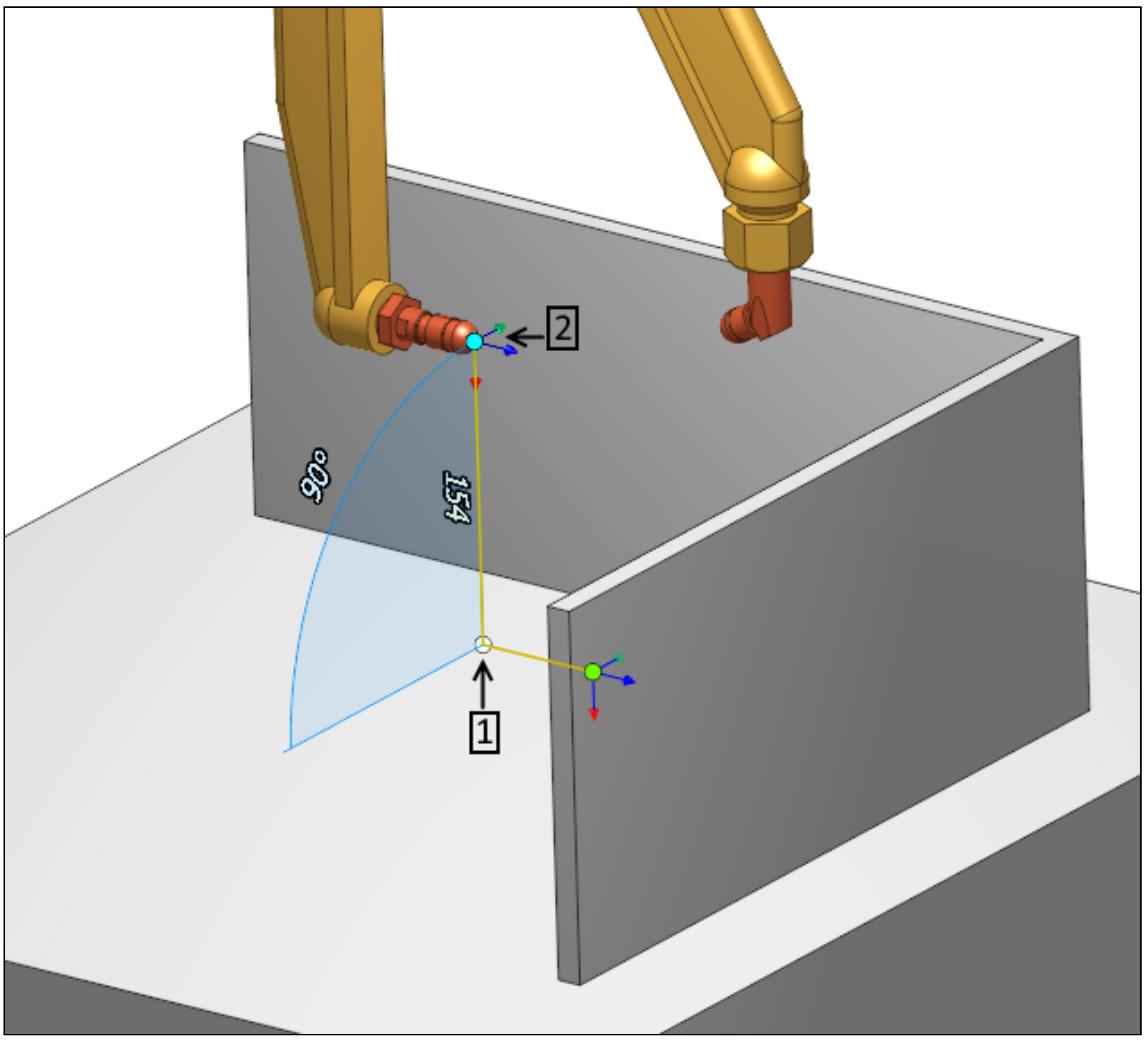
Вспомогательные точки

Точка Сварки содержит дополнительные вспомогательные точки:

1. Безопасный уровень
2. Подход
3. Отход



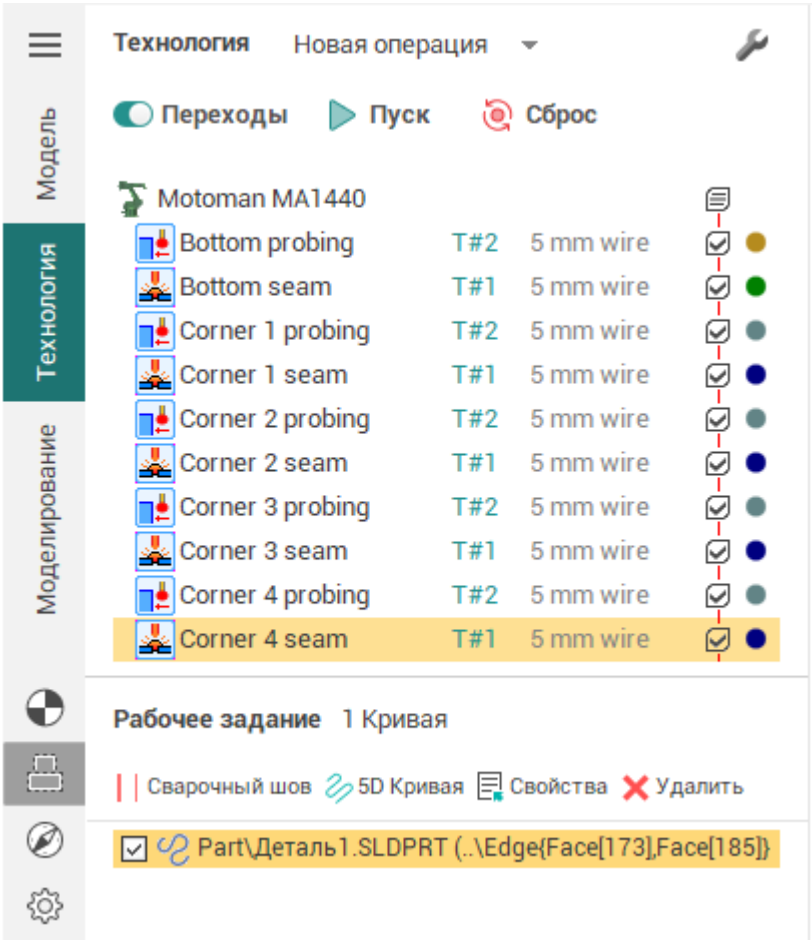
© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.17.2 Операции Сварка 5D и Сварка 6D

Операция Сварка 5D реализует функционал автоматического расчета геометрии сварочного шва без привязки к конкретному типу сварки и оборудования, т.е. не формирует специфических команд управления для лазера, электрической дуги, газовой горелки, ультразвуковой установки и т.п.

Задание сварного шва производится в окне Рабочего задания. Процесс работы в нем очень похож на задание обрабатываемой геометрии операции 5D Контур.



В рабочем задании достаточно добавить ребро проходящее вдоль свариваемых деталей и система автоматически рассчитает в каждой точке кривой углы наклона сварочной головки таким образом, чтобы она проходила как можно ближе к середине между соседними стенками и не сталкивалась с ними. После этого на экране появится кривая с векторами инструмента. Можно ухватиться за любой из векторов и перетащить его в нужном направлении, если вдруг угол, посчитанный системой автоматически, вас не устраивает. При этом на экране отобразятся размеры, щелкнув на которые можно ввести точные значения углов наклона вектора. Для изменения направления прохода вдоль кривой достаточно щелкнуть на голубую стрелочку в начале кривой. Также можно перетащить саму начальную и конечную точки кривой, ухватившись за соответствующий маркер.

В инспекторе параметров операции можно найти такие свойства.

- Боковой угол и угол опережения. Задают дополнительный наклон инструмента вбок и вдоль кривой для всех кривых указанных в рабочем задании.
- Минимизация холостых перемещений. Влияет на порядок объединения кривых, если их указано более одной. Если галочка не установлена, кривые будут обходиться в порядке, заданном в окне рабочего задания. Если же галочка включена, то порядок обработки может меняться с целью сокращения холостых перемещений.
- Интерполяция дугами. Позволяет уменьшить количество кадров в УП путем объединения коротких отрезков в дуги с заданной точностью. Актуально, только если оборудование поддерживает пространственные дуги (например роботы), т.к. результирующие дуги чаще всего лежат в неортогональных плоскостях.
- Удлинение (+)/обрезка (-) проходов. позволяют быстро изменить (удлинить или укоротить) все указанные в рабочем задании кривые без необходимости

© 2025 ООО СПРУТ Технология

перетаскивать начальную и конечную точки каждой кривой. По умолчанию задан недоход величиной 50% от диаметра инструмента (сварного шва).
- Подход/отход. Позволяет задать дополнительный участок в начале и в конце кривой.
- Переходы и поверхность безопасности определяют способ перехода между кривыми.

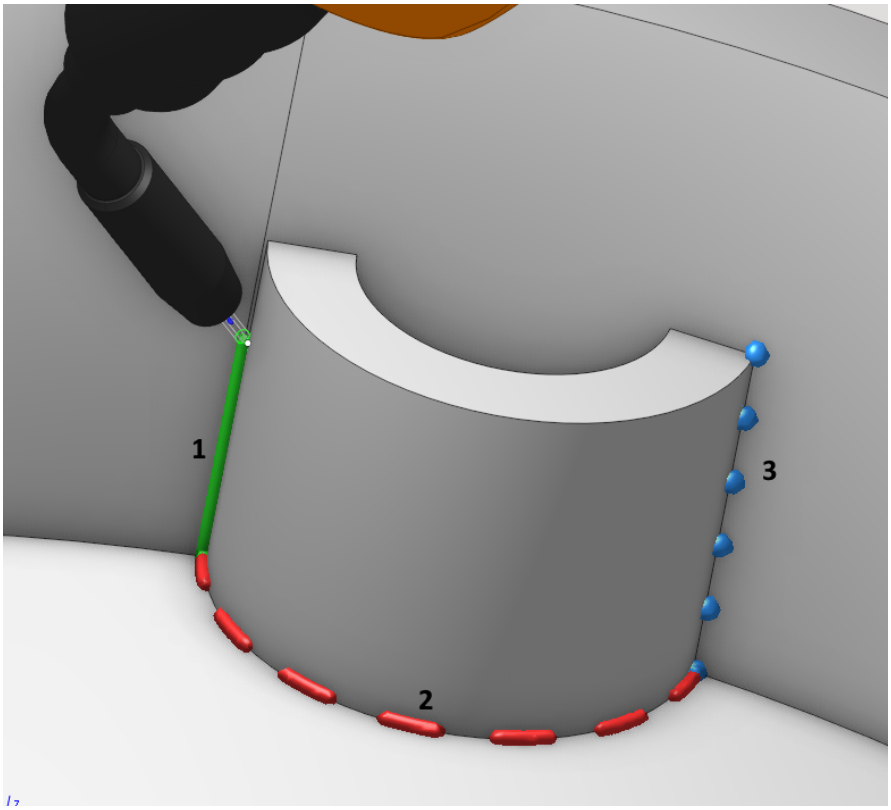
Затем можно нажать кнопку Пуск для расчета траектории, перейти в режим моделирования и увидеть симуляцию наплавления материала в месте прохождения кончика сварочной головки. Толщина наращиваемого в моделировании слоя определяется параметром "Рабочая длина" инструмента, либо если он не задан (больше диаметра инструмента), то толщина слоя берется равной диаметру инструмента.

Сварка 6D

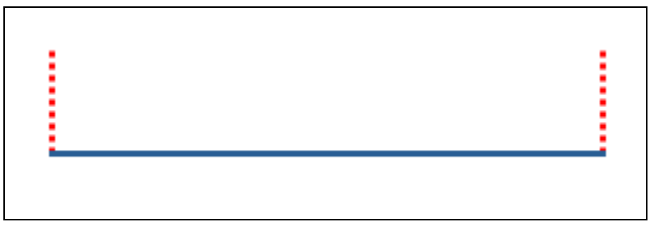
В операции Сварка 6D дополнительно доступны следующие параметры.

Поддерживается следующие типы сварки:

1. Непрерывная
2. Прерывистая
3. Прихваточная
4. Точечная контактная



1 Непрерывная

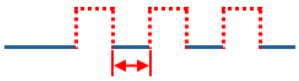


Это непрерывная сварка по заданному контуру.

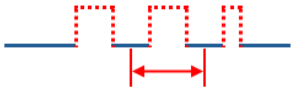
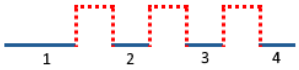
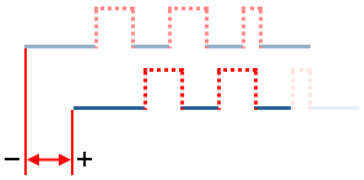
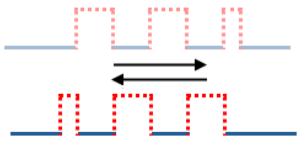
2 Прерывистая

Сварка происходит штрихами. Содержит следующие опции:

Длина штриха	10 мм
Длина первого штриха	10 мм
Длина последнего штриха	10 мм
Размер разрыва	Величина разрыва по ISO
Длина разрыва	10 мм
Выравнивание штрихов вдоль контура	с начала
Дополнительное смещение	0 % Stitch (0 мм)
Инвертировать штрихи	☐
Расстояние отвода	10 мм

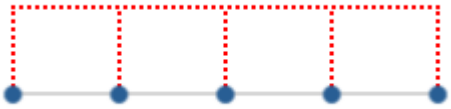
Длина штриха	
Длина первого штриха	
Длина последнего штриха	
Размер разрыва:	
Величина разрыва по ISO Задается размер самого просвета	

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Расстояние по AWS Задается расстояние между центрами штрихов	
Равный (количество штрихов) Задается количество штрихов, просветы распределяются равномерно по оставшейся длине.	
Выравнивание: Выравнивание штрихов вдоль контура	
с начала	
от центра	
с конца	
Автоматическое изменение интервала	
Дополнительное смещение Дополнительное смещение штрихов вдоль контура	
Инвертировать штрихи Инвертировать распределение штрихов по кривой	

Расстояние отвода Расстояние осевого отвода от контура при переходе между штрихами	

3 Прихваточная



Прихваточная сварка - это небольшие и временные сварные швы, используемые для удержания деталей.

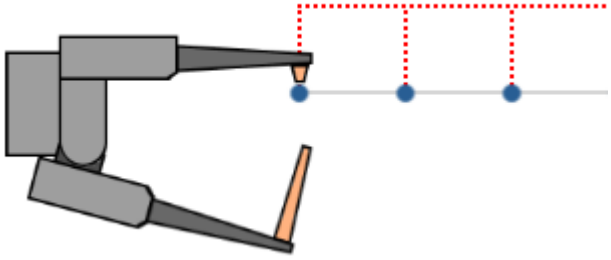
Содержит следующие опции:

Шаг	3 x (Количество)
Задержка в точке	10 sec
Дополнительное смещение	0 мм
Инвертировать штрихи	☐
Расстояние отвода	10 мм

Шаг Шаг между точками	
Задержка в точке Величина выстоя в каждой точке в секундах.	

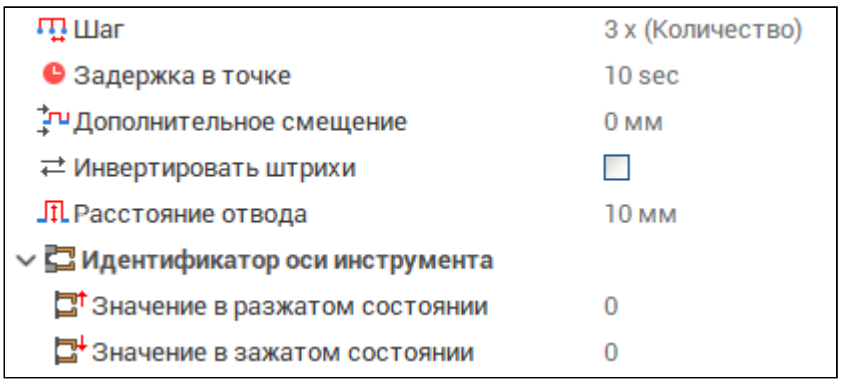
Другие параметры аналогичны **Прерывистой** сварке.

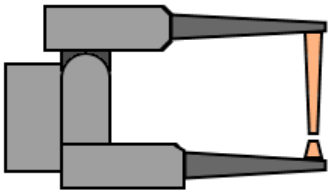
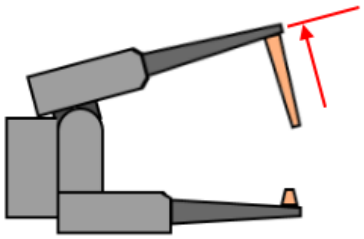
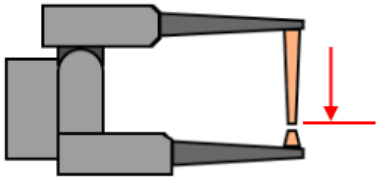
4 Точечная контактная



Содержит следующие параметры

© 2025 ООО СПРУТ Технология

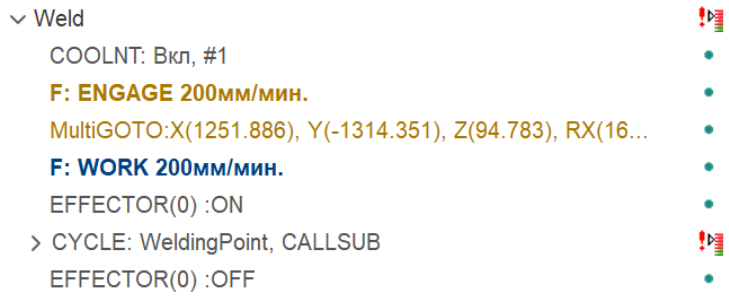


Идентификатор оси Идентификатор оси станка, которая является осью рабочего органа - сварочного прижима.	
Значение в разжатом состоянии	
Значение в зажатом состоянии	

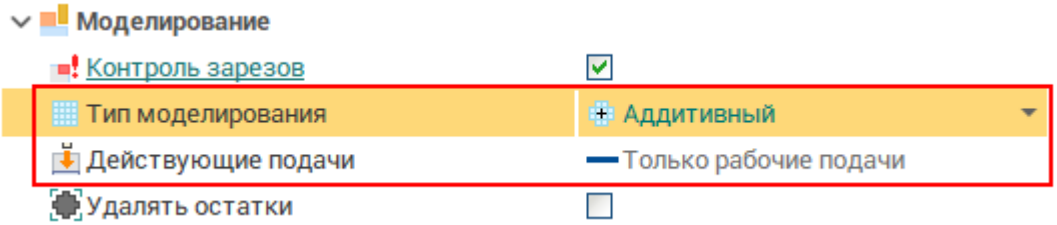
Другие параметры аналогичны **Прихваточной** сварке.

Команда Effector On/Off

Эта команда включает и выключает сварку.



Если **Тип моделирования** установлена в *Аддитивный* или *Покраска, то* ***Effector On*** вывод иться для **Действующих подач.** Для аддитивных операций и сварки команда выводится автоматический.



Сопутствующие ссылки:

Сварка(see page 1468)

Опция Сварка(see page 1703)

5.18 Аддитивная обработка

Аддитивная обработка отличается от обработки резанием тем, что материал не удаляется инструментом, а, наоборот, добавляется к заготовке в месте прохождения инструмента. Наплавка - частный случай аддитивной обработки, заключающийся в нанесении слоя металла или сплава на поверхность изделия посредством сварки плавлением. Позволяет, например, наращивать на поверхности детали слой материала, обладающего особыми характеристиками: высокой твердостью, прочностью, износостойкостью, антифрикционными свойствами, коррозионной и жаропрочностью и т.п. Также дает возможность восстанавливать геометрические размеры дорогостоящих деталей и инструмента, осуществлять ремонт лопаток, штампов, прессформ, шестерней, валов и т.д.

Важнейшие требования, предъявляемые к наплавке, заключаются в следующем:

- минимальное проплавление основного металла;
- минимальное перемешивание наплавленного слоя с основным металлом;
- минимальное значение остаточных напряжений и деформаций металла в зоне наплавки;
- занижение до приемлемых значений припусков на последующую обработку деталей.

Используются самые разнообразные технологии наплавки.

- Ручная дуговая наплавка покрытыми электродами
- Дуговая наплавка под флюсом проволоками и лентами
- Дуговая наплавка в защитных газах вольфрамовыми (неплавящимися) и проволочными металлическими (плавящимися) электродами
- Дуговая наплавка самозащитными порошковыми проволоками
- Электрошлаковая наплавка
- Плазменная наплавка
- Лазерная наплавка
- Электронно-лучевая наплавка

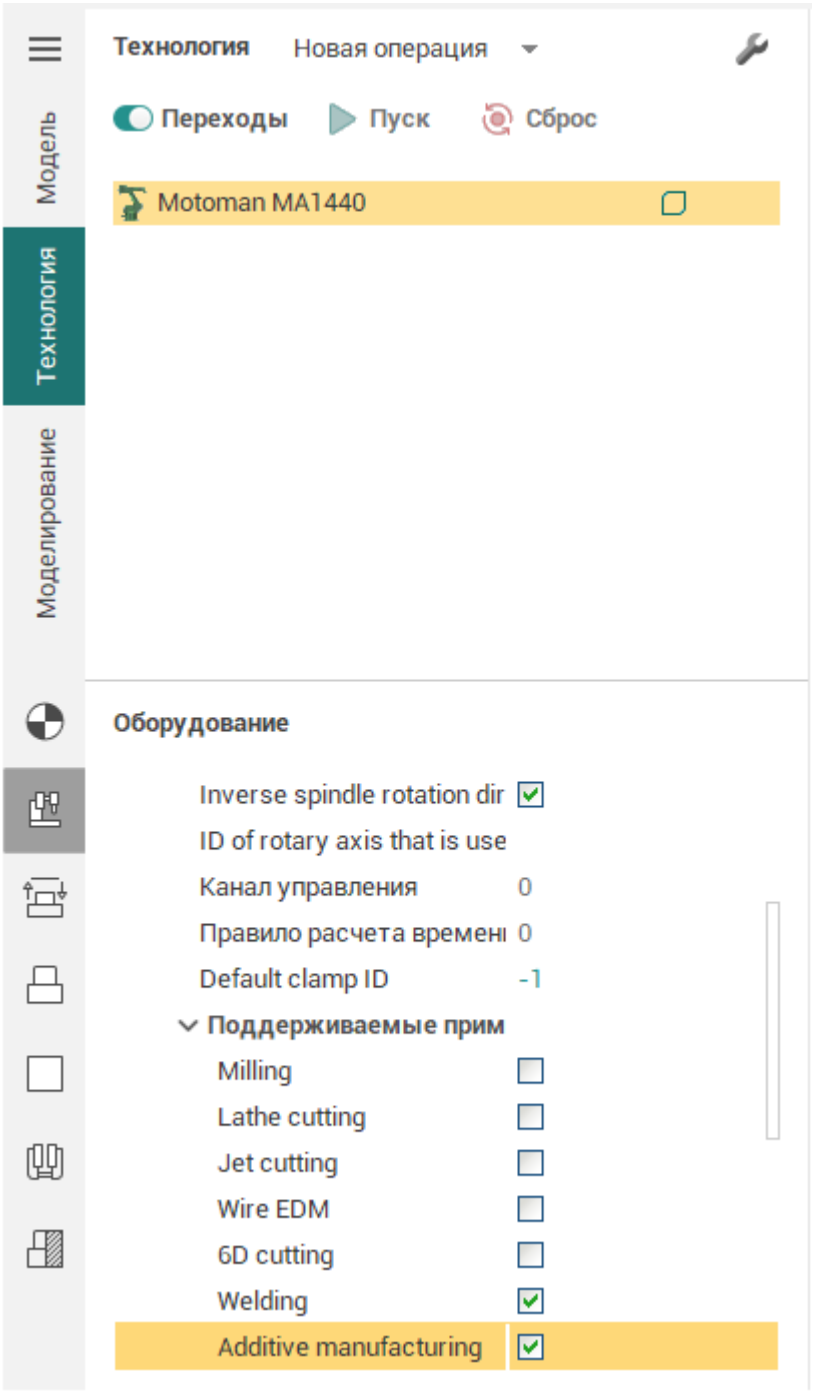
© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Индукционная наплавка
- Газопламенная наплавка

Аддитивные операции, реализованные в CAM-системе, являются универсальными операциями, не привязанные к конкретной технологии наплавки и используемому типу оборудования. Они лишь реализуют геометрию процесса, генерируют траекторию, которая последовательно, слой за слоем проходит над заданной поверхностью и воспроизводит ее снизу вверх. Настройка на конкретные технологию и оборудование производится либо написанием специального постпроцессора, либо, если этого недостаточно, созданием специальных адаптированных версий операций на основе универсальных операций наплавки, реализующих особенности конкретной технологии и специфическое управление оборудованием.

Для того чтобы операции наплавки стали доступными для создания должен быть выбран станок или робот, который поддерживает данный тип обработки. Чтобы станок поддерживал наплавку нужно в настройках держателя инструмента установить галочку Аддитивная обработка (см. рисунке ниже).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Или можно прописать в схеме станка для держателя инструмента строки похожие на следующие.

```
<SCType ID="AdditiveToolHolder" Caption="Additive tool holder" Type="TToolHolderNode">
    <SupportedToolTypes>
        <AdditiveTool DefaultValue="true"/>
    </SupportedToolTypes>
</SCType>
```

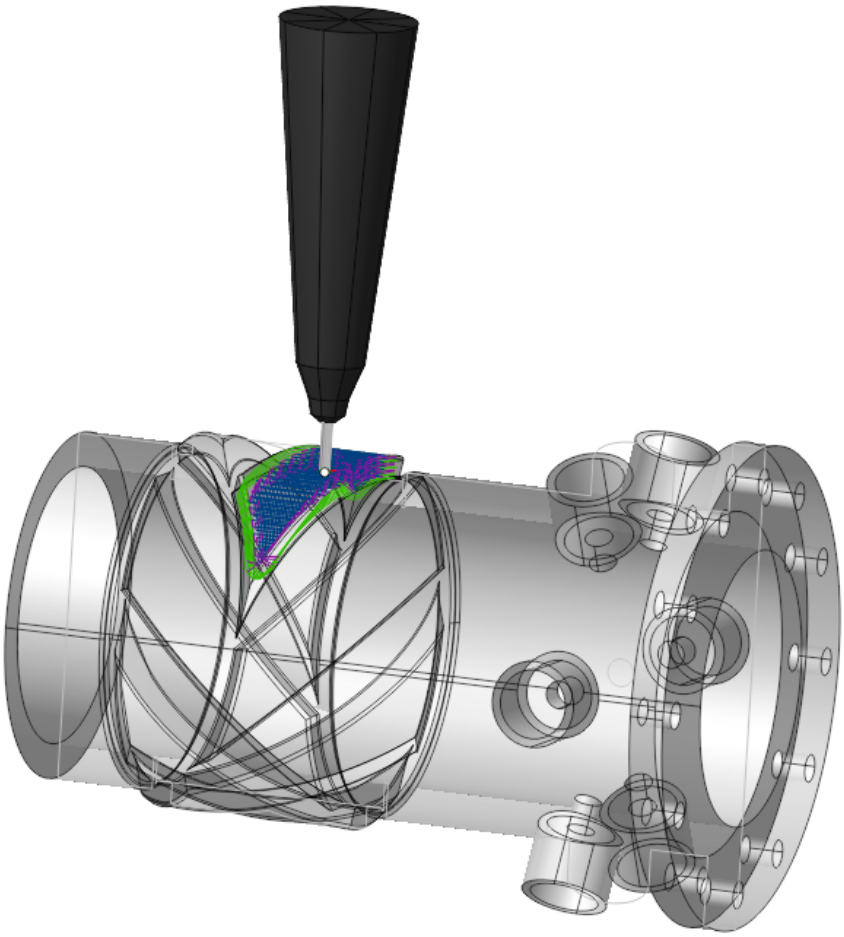
Сопутствующие ссылки:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Операция Наплавка области(see page 1486)

Операции требующие адаптации(see page 1703)

5.18.1 Операция Наплавка области



5.18.1.1 **Область применения:**

Операция Наплавка области предназначена для добавления слоя материала на локальный участок детали, ограничиваемый кривыми. Интерфейс задания параметров и зоны обработки схож с операцией Выборка области(see page 852). Область для наплавки указывается в окне Рабочее задание.

Выполнение операции протекает в несколько этапов. Сперва необходимо выбрать базовую поверхность, на которую будет производиться наплавка. Для этого нужно нажать на кнопку "Базовая поверхность" и затем выбрать в графическом окне нужную поверхность. Это может быть плоскость, цилиндр, либо тело вращения. Система сама заполнит нужные параметры, но при желании их можно подкорректировать в свойствах базовой поверхности и затем нажать кнопку "Да". Теперь чтобы указать локальную область, нужно выделить кривые на экране, либо ребра 3D модели по периметру желаемой области и добавить их, нажав кнопку "Выступ". Точно также можно добавить карманы (отверстия) внутри выступа. Чтобы ограничить

верхний и нижний уровни можно выделить на экране любой элемент геометрии, лежащий на нужном уровне и нажать на кнопку "Верхний уровень", либо "Нижний уровень" соответственно. Также верхний и нижний уровни можно задать числовыми значениями в инспекторе свойств операции.

5.18.1.2 Рабочее задание:

Базовая поверхность. Это поверхность на которой строится траектория согласно спроецированной на эту поверхность кривой. Узнать больше.(see page 500)

Добавить выступ. Выберите замкнутую кривую, внутри которой должен быть нанесен материал. Узнать больше.(see page 544)

Добавить карман. Выберите замкнутую кривую, снаружи которой должен быть нанесен материал. Данный элемент работает только если одновременно в **Рабочем задании** задана область выступа. Узнать больше.(see page 544)

Добавить инверсию. Укажите замкнутую кривую, внутри которой правила обработки будут изменены на противоположные, т.е. наплавляемые участки не будут обрабатываться и наоборот. Узнать больше.(see page 544)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня наплавки материала по элементам модели. Узнать больше(see page 1486).

Нижний уровень. Указание нижнего уровня наплавки материала по элементам модели. Узнать больше(see page 1486).

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке. В этом параметре можно изменить тип рабочего задания. Если тип рабочего задания изменен на **Гребень** или **Канавку**, то дополнительно нужно указать припуск, служащий для назначения толщины или ширины элемента. Узнать больше.(see page 544)

Удалить. Удаляет элемент из списка.

5.18.1.3 Стратегия:

Стратегия обработки.

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

Нажмите здесь для раскрытия...

Тип стратегии:

Параллельная. Заполнение области внутри **Рабочего задания** выполняется прямолинейными проходами инструмента, под заданным углом к выбранной оси.

Эквидистантная. Проходы инструмента представляют собой линии, эквидистантные кривым **Рабочего задания**.

Шаг. Расстояние между проходами инструмента, отсчитываемое по **Базовой поверхности**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Припуск параллельных проходов. Система расширяет область обработки наружу от выбранной кривой (при положительном значении параметра) или вовнутрь (при отрицательном значении параметра).

Радиус сглаживания. Система выполняет скругление внутренних углов в обрабатываемой области указанным радиусом.

Зазор для предотвращения нахлеста. В случае, когда выполняется наплавка по замкнутому контуру, для предотвращения наложения слоев, в месте стыковки начала и конца контура необходимо оставлять зазор, примерно равный диаметру наплавочного пятна.

Угол. Угол между осью X выбранной системы координат и направлением рабочих проходов в Параллельной стратегии.

Число повторов заполнения. Дополнительное число проходов инструмента на одном слое.

> **Угловой шаг.** Угол под которым выполняется текущий дополнительный проход относительно предыдущего.

Поворачивать угол между слоями. Угол, под которым выполняются проходы инструмента на текущем слое относительно предыдущего слоя.

Количество эквидистантных проходов. Количество проходов инструмента по контуру **Рабочего задания**. Если количество проходов больше одного, то система построит эквидистантные траектории с заданным Шагом между проходами.

> **Шаг между проходами**. Расстояние между эквидистантными проходами в траектории инструмента по контуру Рабочего задания.

Порядок проходов. Определяет порядок выполнения проходов на одном уровне - **Снаружи внутрь** или **Изнутри наружу**. При выборе пункта **Зигзаг** порядок будет чередоваться от уровня к уровню.

Сортировка параллельных ходов. Управляет порядком выполнения рабочих проходов, если выполняется наплавка в нескольких областях.

> **По регионам**. При заполнении каждого слоя, система выполняет формирование каждой области независимо от других областей.
>
> **Последовательно.** Если на пути рабочего прохода находится несколько областей, то за один проход происходит наплавка в нескольких областях.

Направление обработки. Определяет направление рабочих проходов инструмента.

> **Вперед**. При **Параллельной** стратегии, направление рабочих проходов соответствует **Углу**. При **Эквидистантной** стратегии движение по траектории происходит против часовой стрелки.
>
> **Назад**. При **Параллельной** стратегии, направление рабочих проходов противоположно **Углу**. При **Эквидистантной** стратегии движение по траектории происходит по часовой стрелке.
>
> **Зигзаг**. Направление рабочих проходов может меняться в каждой строчке.

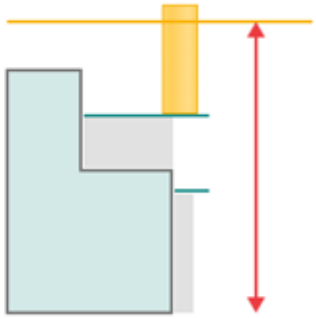
Заполнять узкие зоны. При установленном флаге система стремится заполнить участки, которые остались незаполненными при заданной величине шага и диаметре инструмента.

Уровни обработки:

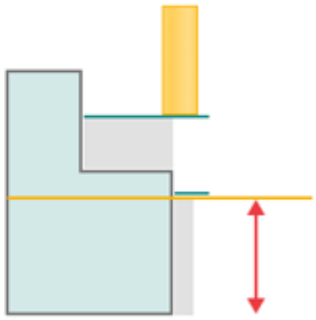
Определяет диапазон вдоль оси инструмента для обработки.

Нажмите здесь для раскрытия...

Верхний уровень детали. Уровень, на котором выполняется последний рабочий проход.



Нижний уровень детали. Уровень, с которого начинается наплавка. Нижний уровень для обработки можно установить динамически или по размерам. Значение по умолчанию основано на уровне детали.



Шаг в глубину. Материал, наплавляемый за один проход вдоль оси инструмента между **Верхним** и **Нижним уровнями**.

Начальная глубина. Глубина самого нижнего слоя, ее можно сделать отличной от остальных слоев.

Боковой угол. Величина уклона стенок наплавляемой поверхности.

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке. Параметры **Обрезки** такие же, как в **Черновой послойной операции.** Узнать больше.(see page 876)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Преобразования.

Опции для преобразования траектории инструмента. Параметры **Преобразований** такие же, как в операции **2D Контур.** Узнать больше.(see page 823)

5.18.1.4 Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

5.18.1.5 Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

5.18.1.6 Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

5.18.1.7 Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

5.18.1.8 Оснастка:

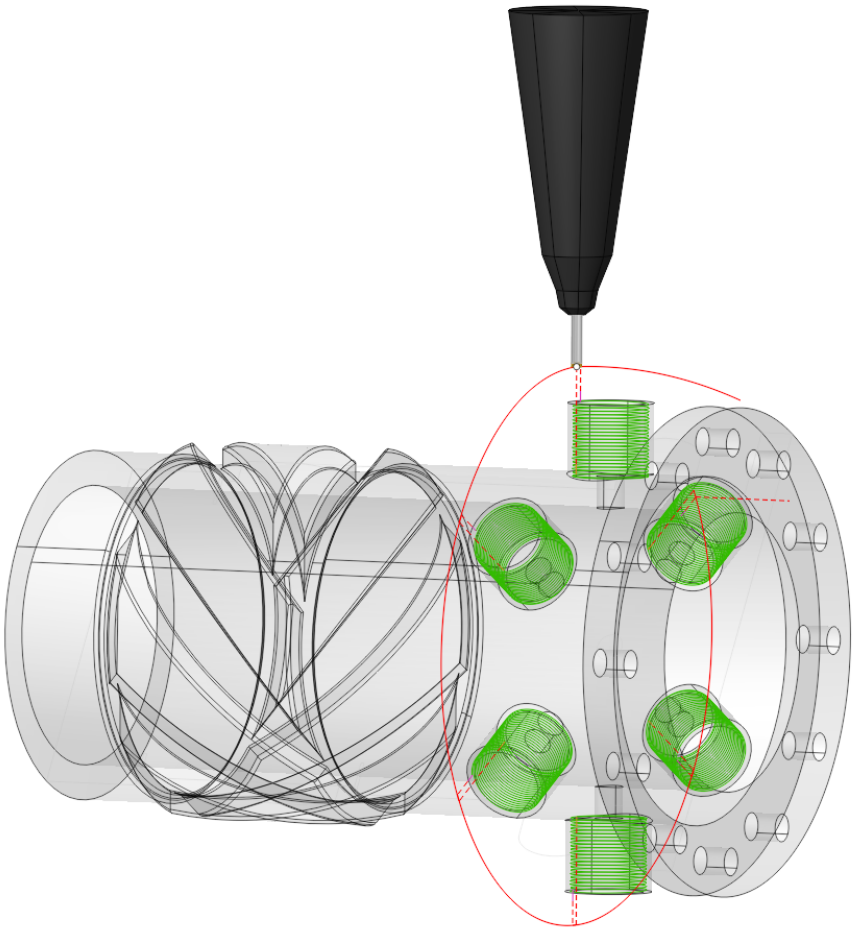
Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Аддитивная обработка(see page 1483)

Адаптируемая операция наплавки(see page 1687)

5.18.2 Операция Наплавка по кривой



5.18.2.1 **Область применения:**

Аддитивная операция, которая генерирует траекторию вдоль кривых указанных в рабочем задании снизу вверх по слоям. Она полезна для обработки тонкостенных моделей. Исходные кривые могут быть расположены на плоскости, цилиндре или теле вращения. Если включена опция "Проецировать траекторию на деталь", то наплавка может быть произведена на поверхности произвольной формы. Траектория может быть оформлена либо в виде параллельных слоев, либо в виде непрерывной поднимающейся спирали.

Выполнение операции протекает в несколько этапов. Сперва в рабочем задании необходимо выбрать базовую поверхность, на которую будет производиться наплавка. Для этого нужно нажать на кнопку "Базовая поверхность" и затем выбрать в графическом окне нужную поверхность. Это может быть плоскость, цилиндр, либо тело вращения. Система сама заполнит нужные параметры, но при желании их можно подкорректировать в свойствах базовой поверхности и затем нажать кнопку "Да". Теперь чтобы указать локальную геометрию, нужно выделить кривые на экране, либо ребра 3D модели по периметру желаемой области и добавить их, нажав кнопку Кривая. Выбранные объекты отобразятся на экране в спроецированном на базовую поверхность виде. Можно интерактивно перетащить начальную и конечную точки каждой кривой. Чтобы ограничить верхний и нижний

© 2025 ООО СПРУТ Технология

уровни можно выделить на экране любой элемент геометрии, лежащий на нужном уровне и нажать на кнопку "Верхний уровень", либо "Нижний уровень" соответственно. Также верхний и нижний уровни можно задать числовыми значениями в инспекторе свойств операции.

5.18.2.2 Рабочее задание:

Базовая поверхность. Это поверхность на которой строится траектория движения инструмента, согласно спроецированной на эту поверхность **Кривой**. Узнать больше.(see page 500)

Кривая. Обработка выполняется вдоль выбранной кривой**.** Узнать больше(see page 511).

Карман. Типичная призматическая или токарно-фрезерная деталь состоит из множества простых форм. Чтобы упростить эту задачу, мы можем распознать элементы детали в 3D-модели и автоматически преобразовать их в основные элементы задания, такие как рабочие зоны и уровни обработки. Если мы выберем дно кармана, то система автоматически назначит в качестве кривой границы кармана и определит верхний и нижний уровни по уровням кармана . Узнать больше(see page 533).

Верхний уровень. Указание верхнего уровня наплавки материала по элементам модели. Узнать больше(see page 1491).

Нижний уровень. Указание нижнего уровня наплавки материала по элементам модели. Узнать больше(see page 1491).

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

5.18.2.3 Стратегия:

Уровни обработки.

Определяет диапазон вдоль оси инструмента для обработки. Эта группа параметров работает аналогично операции **Наплавка области.** Узнать больше(see page 1486).

Спиральная обработка.

Обработка контура выполняется единым винтовым движением.

Нажмите здесь для раскрытия...

Начальный уровень. При установленном флаге первый проход выполняется по базовой поверхности, без подъема по винтовой линии. В противном случае, проходы выполняются сразу по винтовой линии, начиная с начальной точки.

Сглаживание по радиусу. При выборе **Начального уровня** создается радиусный переход в области пересечения наклона спирали с плоской областью.

Черновые ходы.

Траектория инструмента смещается в плоскости на величину толщины «Черновых ходов». Дополнительные проходы добавляются в контур по

указанному в параметрах значению с указанным количеством шагов. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823).

Сглаживание углов.

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823).

Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823).

Преобразования.

Опции для преобразования траектории инструмента. Эта группа параметров работает аналогично операции **2D Контур.** Узнать больше(see page 823). Если активная функция **Проецировать траекторию на деталь,** то исходная траектория, сформированная на **Базовой поверхности,** проецируется на 3D модель, указанную в качестве детали операции.

5.18.2.4 Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

5.18.2.5 Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

5.18.2.6 Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

5.18.2.7 Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.18.2.8 Оснастка:

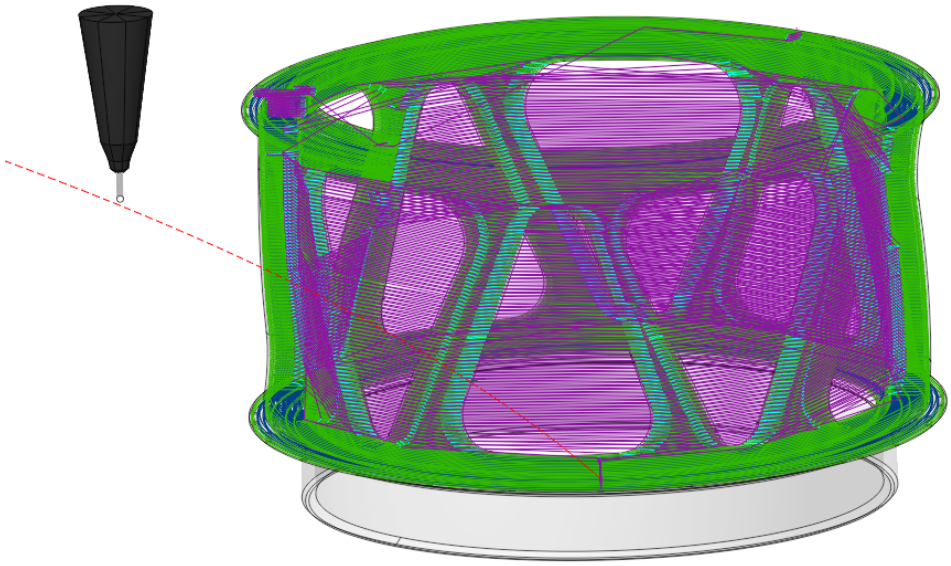
Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Аддитивная обработка(see page 1483)

Адаптируемая операция наплавки(see page 1687)

5.18.3 Операция Наплавка 3D



5.18.3.1 Область применения:

Это операция аддитивной обработки, которая на входе принимает 3D модель. Она очень похожа на операцию Черновая послойная(see page 876) за исключением того, что работает снизу вверх. Данная операция формирует слои направки путем пересечения исходной модели плоскостями с заданным шагом и генерирует траекторию для заполнения полученной в результате пересечения области для каждого слоя. Операция может использовать следующие стратегии заполнения области: параллельными ходами и эквидистантными ходами. По умолчанию если ничего не указано в рабочем задании, вся 3D модель является заданием для обработки. Если вы хотите нарастить только локальный участок геометрии, то добавьте нужные поверхности в рабочее задание. Система автоматически заполняет верхний и нижний уровни обработки по заданной модели, однако всегда можно вручную ограничить верхний и нижний уровни. Можно выделить на экране любой элемент геометрии, лежащий на нужном уровне и нажать на кнопку "Верхний уровень", либо "Нижний уровень" соответственно. Также верхний и нижний уровни можно задать числовыми значениями в инспекторе свойств операции.

5.18.3.2 Рабочее задание:

Поверхности. Выберите различные поверхности детали, которые ограничивают область заполнения материалом.

Карман. Выберите дно кармана. Система будет формировать прилегающие стенки кармана с учетом припуска, введенного в **Свойствах** элемента. Узнать больше(see page 852)

Рабочая зона. Выберите кривые или ребра детали, которые ограничивают область заполнения материалом. Узнать больше(see page 523)

Зона ограничений. Помимо **Рабочей зоны** в системе можно использовать **Зоны ограничения** для определения областей, которые не должны быть обработаны в текущей операции. Узнать больше(see page 539)

Верхний уровень. Указание верхнего уровня наплавки материала по элементам модели. Узнать больше(see page 1494)

Нижний уровень. Указание нижнего уровня наплавки материала по элементам модели. Узнать больше(see page 1494)

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

5.18.3.3 Стратегия:

Стратегия обработки.

Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки. Она работает аналогично операции **Наплавка области.** Узнать больше(see page 1486).

Уровни обработки:

Определяет диапазон вдоль оси инструмента для обработки. Эта группа параметров работает аналогично операции **Наплавка области.** Узнать больше(see page 1486).

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке. Параметры **Обрезки** такие же, как в **Черновой послойной операции.** Узнать больше.(see page 876)

5.18.3.4 Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.18.3.5 Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

5.18.3.6 Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

5.18.3.7 Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

5.18.3.8 Оснастка:

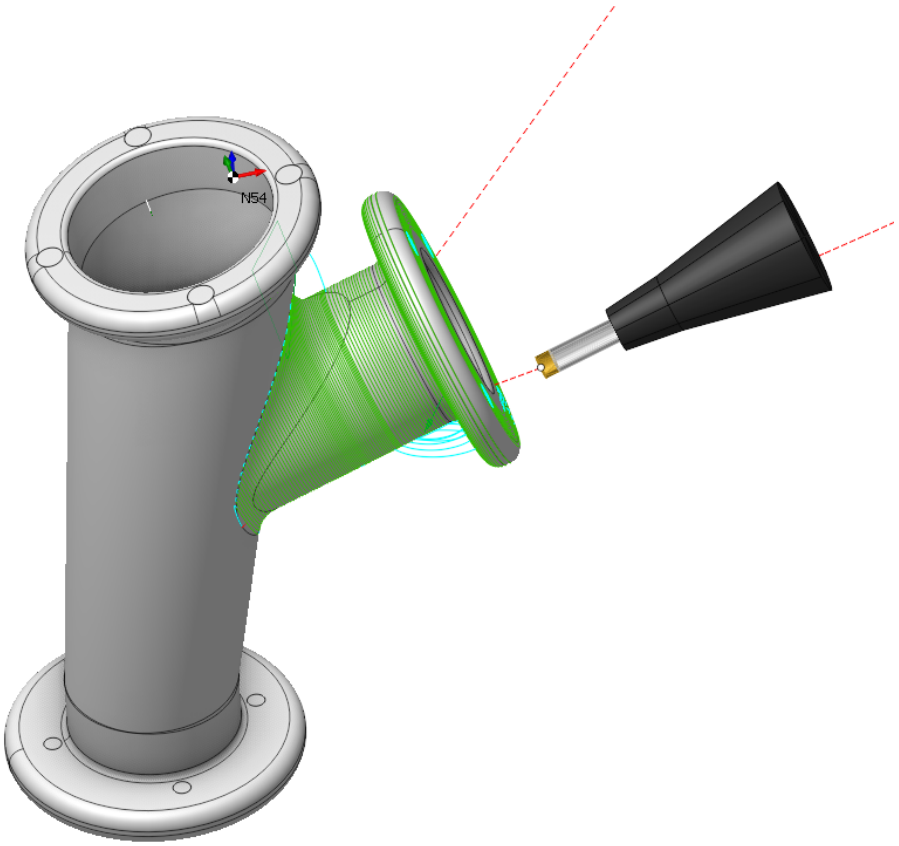
Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Аддитивная обработка(see page 1483)

Адаптируемая операция наплавки(see page 1687)

5.18.4 Операция Наплавка 5D



5.18.4.1 Область применения:

Операция "Наплавка 5D" позволяет наращивать слой материала на поверхности детали стратегиями операции 5 осевая по поверхностям(see page 1032) , т.к. данная операция создана на ее основе. В общем, данная операция основана на ней, но использует некоторые новые стратегии построения траектории и ориентации инструмента. Операция предназначена для построения сложных пространственно ориентированных форм на основе 3D моделей.

5.18.4.2 Рабочее задание:

Обрабатываемые поверхности. Поверхности, для обработки которых строится траектория.

Первая кривая. Используется в стратегии **Параллельно к кривой** и определяет кривые, параллельно к которым будут рассчитываться проходы. Также применяется в стратегиях **Морфинг между двумя кривыми** и **Спираль между двумя кривыми**, чтобы определить первую кривую. Можно выбрать одну кривую или несколько не обязательно связанных кривых или ребер.

Вторая кривая. Используется в стратегиях **Морфинг между двумя кривыми** и **Спираль между двумя кривыми**. Можно выбрать одну или несколько не обязательно связанных кривых или ребер в качестве **Второй кривой.**

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Кривая наклона. Кривая, к которой направлен вектор оси инструмента при задании ориентации инструмента **Через кривую** и **Вдоль кривой**.

Поверхности для проецирования. Поверхности, предназначенные для обработки и на которые переносится траектория, при включении опции **Проецировать траекторию на деталь** во вкладке **Стратегия**.

Первая поверхность. Используется в стратегии **Морф между двумя поверхностями** как первая из поверхностей, между которыми выполняется морфинг для построения линий проходов траектории.

Вторая поверхность. Используется в стратегии **Морф между двумя поверхностями** как вторая из поверхностей, между которыми выполняется морфинг для построения линий проходов траектории.

Рабочая зона. Определяет области детали, ограниченные 2D геометрией, внутри которых должны быть сформированы рабочие проходы. Плоскость, на которой заданы ограничения, определяется первоначальной ориентацией инструмента . Узнать больше.(see page 523)

Зона ограничений. Задаются области детали, которые не должны быть обработаны на текущей операции. Узнать больше.(see page 539)

Свойства. Отображает свойства выбранного элемента**.** Можно дополнительно добавить припуск. Можно вызвать меню **Свойства** двойным щелчком мыши на выбранном элементе.

Удалить. Удаляет выбранный элемент из списка.

5.18.4.3 Стратегия:

Стратегия:

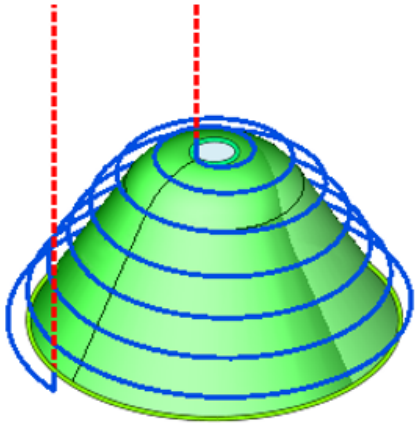
Группа параметров, определяющих геометрические характеристики процесса обработки.

Нажмите здесь для раскрытия...

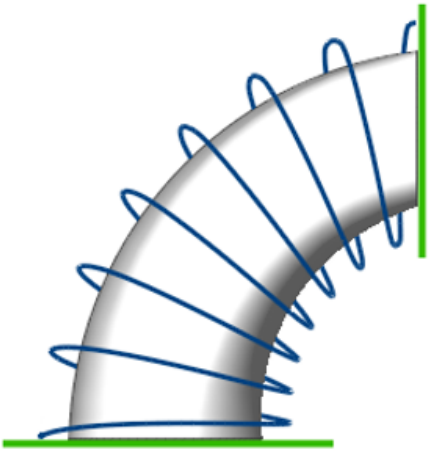
Типы стратегий:

Нажмите здесь для раскрытия...

Спираль между двумя кривыми. Для получения спиральных траекторий сначала генерируются предварительные проходы подобно стратегии **Морфинг между двумя кривыми** из операции 5 осевая по поверхностям(see page 1032). Затем цепочка замкнутых проходов преобразуется в спиральные.



Спираль между двумя поверхностями. Рабочие проходы инструмента формируются в виде спирали, начинающейся на **Первой поверхности**, заканчивающейся на **Второй поверхности**, и огибающей контур **Обрабатываемых поверхностей**.



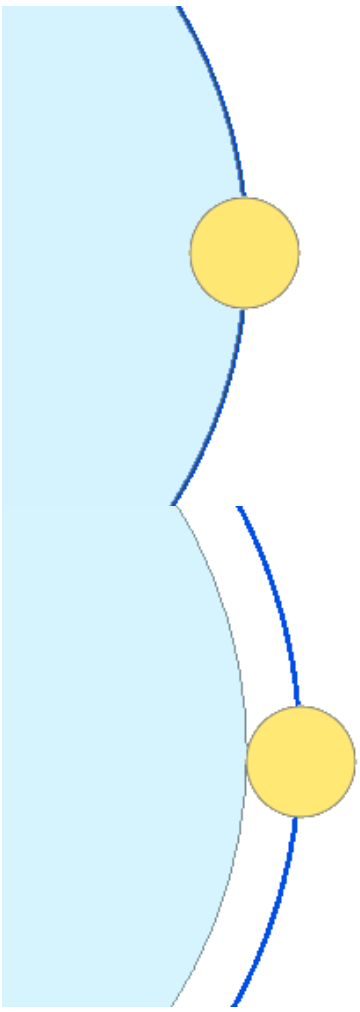
Остальные стратегии такие же, как в операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Шаг. Толщина материала, наплавляемого за один проход.

Адаптивный шаг. Данный параметр изменяет расстояния между проходами инструмента соответственно радиусу кривизны поверхности так, чтобы оставалась постоянная величина гребешка после наплавки поверхности. Узнать больше.(see page 751)

Смещение рабочих поверхностей. При установленном флаге, траектория генерируется с учетом радиуса инструмента.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

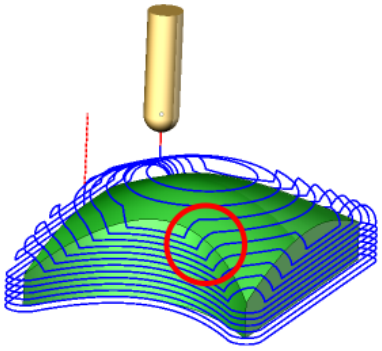


Расчет по центру инструмента. Установка флага включает режим, при котором рабочие проходы генерируются так, что вначале обрабатываемые поверхности смещаются по форме инструмента для 3-х осевой обработки или вдоль нормали на радиус инструмента для 5-ти осевой обработки и только после этого рассчитываются кривые на этих смещенных поверхностях. В другом режиме сперва генерируется траектория инструмента в виде кривых на обрабатываемых поверхностях. Затем происходит позиционирование и ориентирование инструмента относительно рассчитанных кривых так, чтобы точка контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью оставалась неизменной.

Сравнение траектории основанной на центре и на точке контакта инструмента.

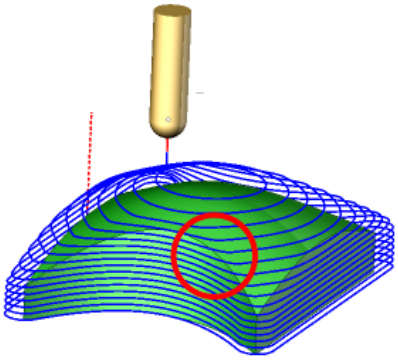
Доступно два режима расчета

1. Расчет основанный на точке контакта инструмента



В этом режиме первым этапом генерируются рабочие проходы путем расчета кривых на обрабатываемых поверхностях. Затем происходит позиционирование и ориентирование инструмента относительно рассчитанных кривых таким образом, что точка контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью остается неизменным. Данный режим желателен, например, для обработки гладких поверхностей или когда выбран режим обработки боковой поверхностью инструмента.

2. **Расчет основанный на центре инструмента**

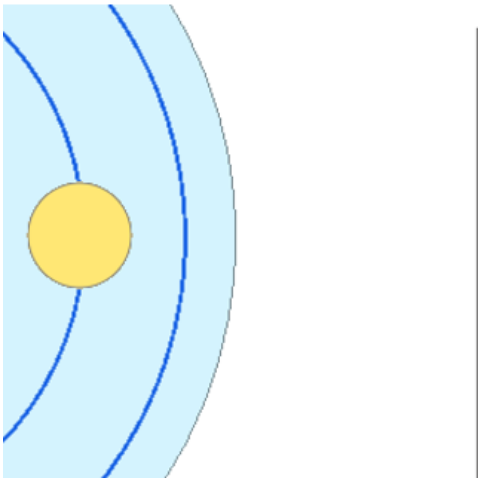


В этом режиме рабочие проходы генерируются таким образом, что вначале обрабатываемые поверхности смещаются по форме инструмента для 3 осевой обработки или вдоль нормали на радиус инструмента для 5-ти осевой обработки и только после этого рассчитываются кривые на этих смещенных поверхностях. Например, для стратегии **Параллельно к плоскости** это означает что генерируемые проходы будут лежать на параллельных плоскостях.

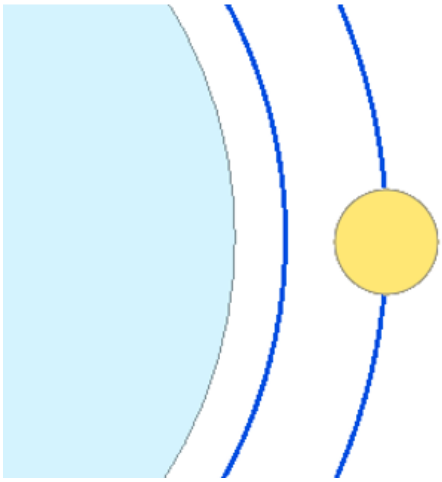
Сторона наплавки. Этот параметр управляет расположением линий траектории инструмента относительно геометрии Рабочего задания. Он работает, если активен параметр **Смещение рабочих поверхностей**.

Внутрь. Траектория строится с внутренней стороны Рабочего задания.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

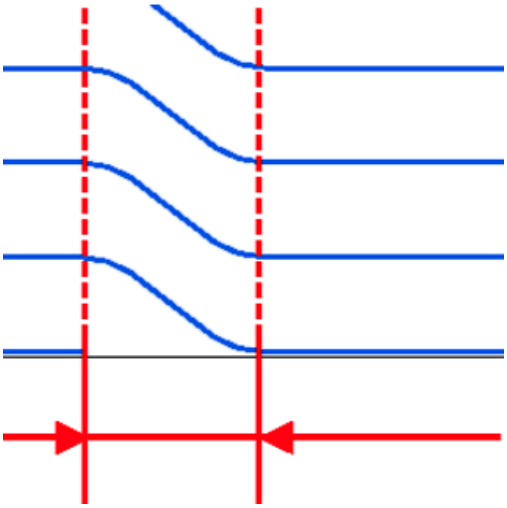


Наружу. Траектория строится с внешней стороны Рабочего задания.



Зазор для предотвращения наложения. В случае, когда выполняется наплавка по замкнутому контуру, для предотвращения наложения слоев, в месте стыковки начала и конца контура необходимо оставлять зазор, примерно равный диаметру наплавочного пятна. Позволяет избежать прохождения инструмента в одном и том же месте путем укорачивания в конце каждой кривой на указанную величину.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



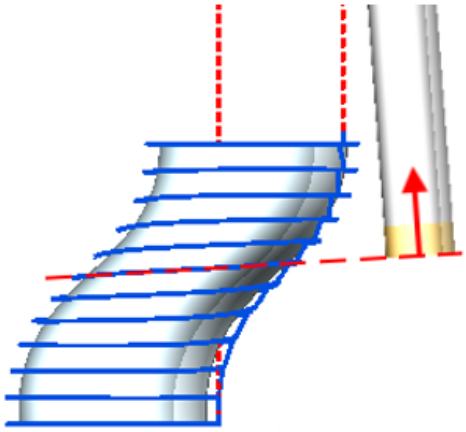
Остальные параметры группы **Стратегия** такие же, как и в группе **Стратегия** операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Ориентация инструмента.

Управляет расположением оси инструмента.

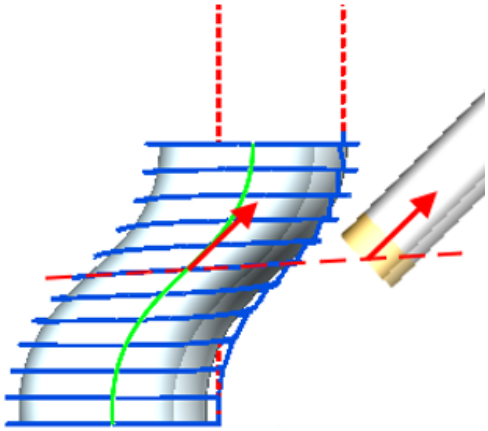
Нажмите здесь для раскрытия...

Перпендикулярно к плоскости прохода. Ось инструмента устанавливается перпендикулярно средней плоскости прохода.



Вдоль кривой. Ось инструмента направляется вдоль касательной к кривой наклона в точке ее пересечения со средней плоскостью прохода.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



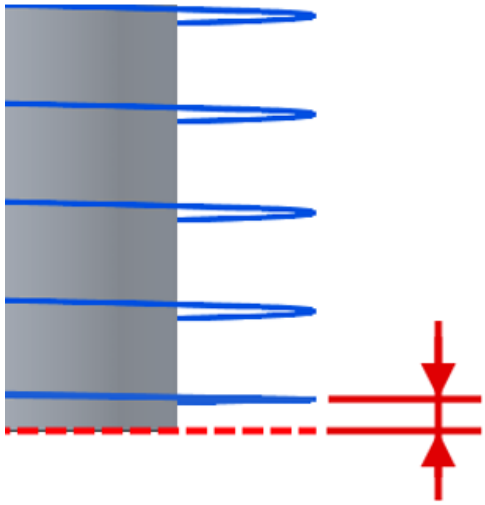
Остальные стратегии **Ориентации инструмента** и их параметры такие же как в стратегиях **Ориентации инструмента** операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Дополнительные проходы.

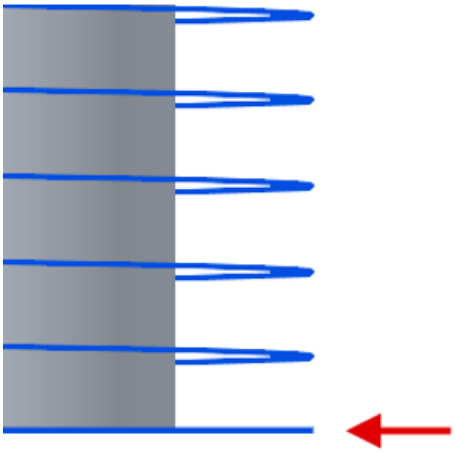
Позволяют задать особые условия для наплавки начального и последнего слоя: высоту наплавки и подачу слоя (на странице **Режимы обработки**).

Нажмите здесь для раскрытия...

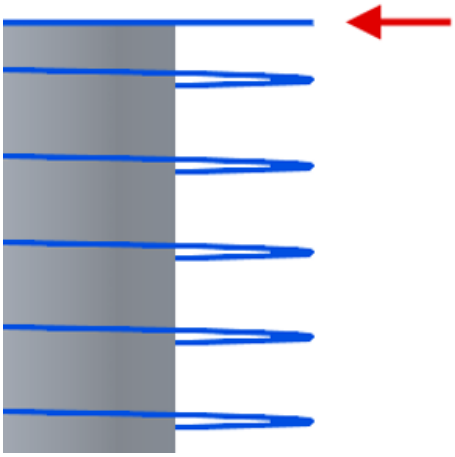
Начальный шаг. При установленном флаге, первый слой будет выполняться с указанным шагом. Может понадобиться, например, для обеспечения лучшего сцепления с подложкой.



Плоский проход в начале. При установленном флаге, перед подъемом траектории по спирали будет выполнен полный проход вдоль **Первой кривой** в начальной плоскости.



Плоский проход в конце. При установленном флаге, последний проход спиральной траектории выполняется вдоль **Второй кривой** на конечной плоскости.



Сторона обработки.

Опция становится активной при активном параметре **Расчет по центру инструмента**. Она определяет выбор одной из двух сторон, прилегающих к выбранной кривой **Рабочего задания**. В зависимости от этого определяется по нормали к какой из сторон будет производится смещение обрабатываемых поверхностей при расчете траектории по центру инструмента.

Нажмите здесь для раскрытия...

Альтернативная сторона первой кривой. При установленном флаге, расчет по центру инструмента будет производится при смещении обрабатываемых поверхностей по нормали к другой стороне **Первой кривой**.

Альтернативная сторона второй кривой. При установленном флаге, расчет по центру инструмента будет производится при смещении обрабатываемых поверхностей по нормали к другой стороне **Второй кривой.**

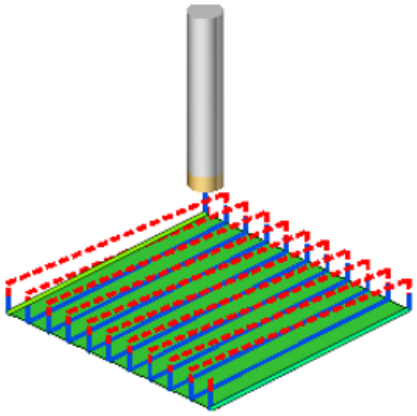
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Направление вдоль кривой.

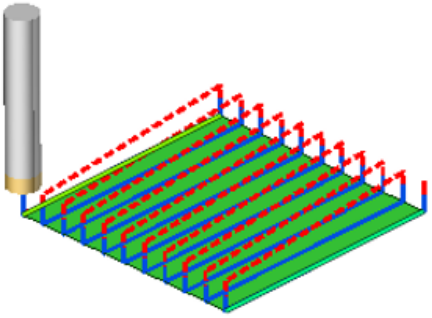
Определяет направление движения инструмента по рабочим проходам.

Нажмите здесь для раскрытия...

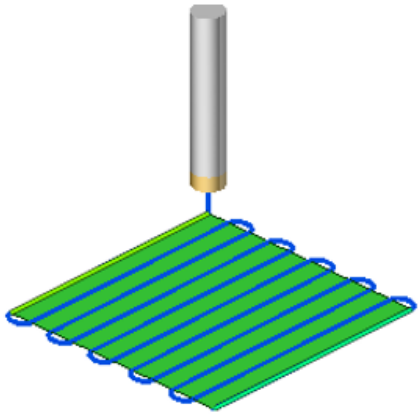
Вперед. Наплавка возможна только при движении инструмента вперед.



Назад. Наплавка возможна только при движении инструмента назад.



Не учитывать. Наплавка возможна при движении инструмента в обоих направлениях.



Сортировка.

Управляет порядком прохождения проходов траектории инструмента при обработке поверхности. Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Пределы углов поворота.

При установленном флаге задает предельные значения углов расположения инструмента относительно осей. Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Рабочая зона:

Позволяет дополнительно модифицировать рабочую область, изначально выбранную на вкладке **Рабочее задание.** Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Сглаживание углов:

При резкой смене направления движения инструмента станок выполняет торможение перед разворотом, а затем заново выполняется разгон. Указанный факт приводит к вибрациям, быстрому износу инструмента и станка. Проблема может быть решена, если траектория не будет иметь изломов или их количество будет минимальным. Для этого в системе имеется функция скругления траектории заданным радиусом при обработке внутренних углов модели. Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

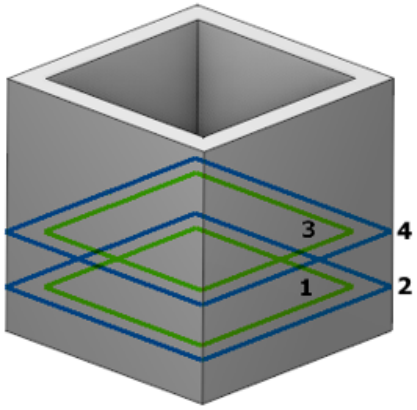
Твердотельная модель.

Эта опция автоматически организует проходы инструмента по внутренним и внешним стенам 3D модели. Модель должна быть твердотельной!

Нажмите здесь для раскрытия...

При установленном флаге, проходы по формированию внутренней и наружной стенки модели будут выполняться в строгой очередности.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Черновые проходы.

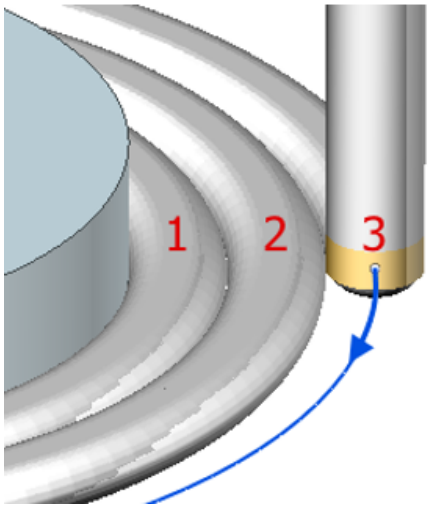
Траектория инструмента смещается на величину толщины **Черновых проходов**. Дополнительные проходы добавляются в контур по указанному в параметрах значению с указанным количеством шагов.

Нажмите здесь для раскрытия...

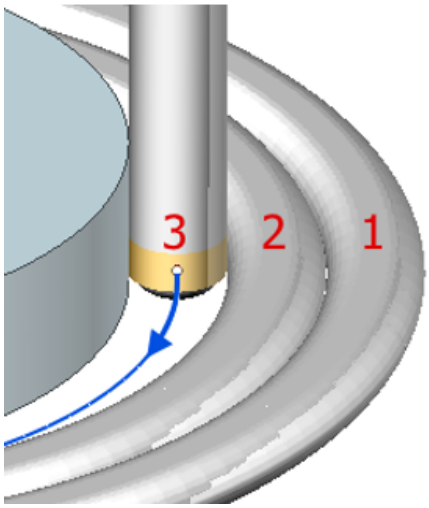
Постоянный шаг в плоскости XY. Траектория формируется так, чтобы поддерживать одинаковую величину проекций шагов по осям X и Y на плоскость XY. Опция бывает необходима при формировании проходов инструмента под углом к плоскости XY

Порядок ходов. Выбор очередности наплавки - снаружи внутрь или изнутри наружу.

Изнутри наружу. Выполнение проходов наплавки организуется в направлении изнутри наружу.



Снаружи внутрь. Выполнение проходов наплавки организуется в направлении снаружи внутрь.



Остальные параметры **Черновых проходов** такие же, как у **Черновых проходов** операции **5D по поверхностям**. Узнать больше.(see page 1032)

Проецировать траекторию на деталь.

Установка флага позволяет выполнить построение траектории обработки поверхностей, установленных в **Рабочем задании** как **Поверхности для проецирования** путем переноса траектории, полученной для **Обрабатываемой поверхности**, на **Поверхности для проецирования**. Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

Обрезка.

Создает возможности для пропуска поверхностей, не предназначенных к обработке, а также для удлинения траектории. Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям.** Узнать больше.(see page 1032)

5.18.4.4 Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

5.18.4.5 Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

5.18.4.6 Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.18.4.7 **Заготовка:**

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

5.18.4.8 **Оснастка:**

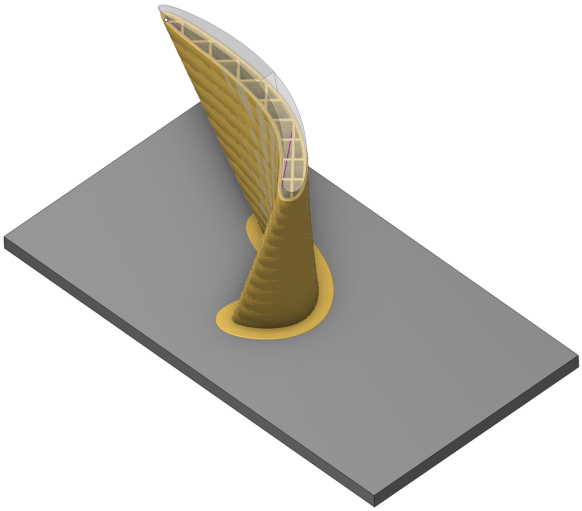
Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

Сопутствующие ссылки:

Аддитивная обработка(see page 1483)

Адаптируемая операция наплавки(see page 1687)

5.18.5 Плоская печать



5.18.5.1 **Область применения:**

Новая операция позволяет осуществлять 3D-печать. Траектория построена на основе расчетов Ultimaker Cura.

5.18.5.2 **Наладка:**

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

5.18.5.3 Рабочее задание:

Поверхность. Выберите различные поверхности детали в качестве рабочей задачи. Система рассчитает траекторию на основе выбранных поверхностей.

Свойства. Отображает свойства элемента. Есть возможность добавить припуск. Вы также можете вызвать это меню двойным щелчком по элементу в списке.

Удалить. Удаляет элемент из списка.

5.18.5.4 Стратегия:

Автоматическая параметризация инструмента.

Автоматическое изменение параметров инструмента (Диаметр, Рабочая длина) на основе параметров Cura.

Общие параметры.

Список параметров для предварительной настройки.

Нажмите здесь для раскрытия...

Производитель. Марки принтеров

Принтеры. Список принтеров выбранной марки

Экструдеры. Список экструдеров выбранного принтера

Марка материала. Марки материалов

Материалы. Перечень материалов выбранной марки материала

Варианты. Вариант, в случае с экструдером, содержит настройки, связанные с размером сопла, или специальные настройки, относящиеся к нему.

Профили. Профили содержат настройки, которые изменяют качество, задавая им требуемые параметры. Эти профили зависят от материала, варианта и качества/разрешения.

Разрешение. Профили качества сохраняют разрешение печати, устанавливая высоту слоя.

Показать пользовательские параметры. Настройка параметров печати. Пользовательский режим предлагает больше настроек для опытных пользователей. Может быть базовым. продвинутый, эксперт, все.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Другие параметры, необходимые для использования функционала Cura описаны в справке. Узнать больше[15]

5.18.5.5 Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

5.18.5.6 Деталь:

Деталь – набор геометрических элементов, определяющий зону пространства, которая контролируется на предмет недопущения зарезов. Узнать больше(see page 730)

5.18.5.7 Заготовка:

Модель заготовки операции определяет тот объем, который занимает обрабатываемый материал Узнать больше(see page 732)

5.18.5.8 Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

5.18.5.9 Ссылка для скачивания:

Выберите последнюю версию и скачайте "planar-slicing-extension.zip" из секции "Ассеты"

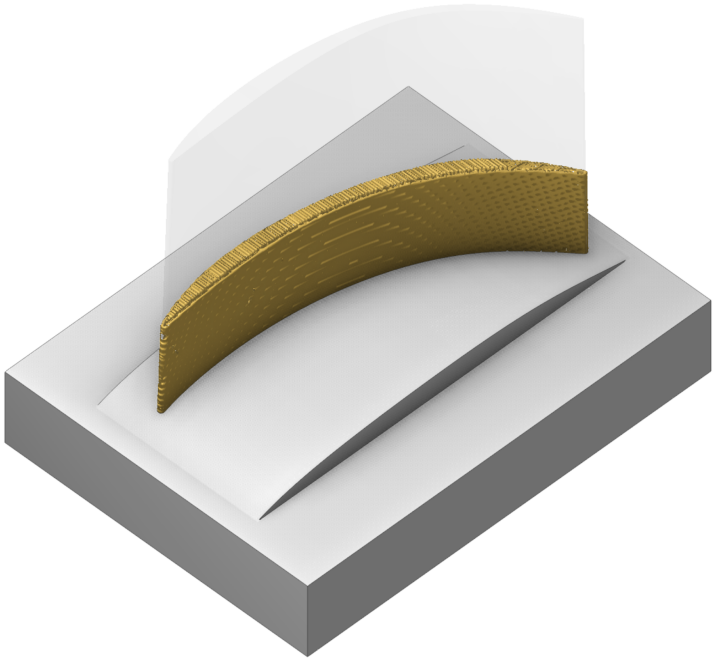
https://gitverse.ru/spruttechnology/planar-slicing-extension/releases

5.18.5.10 Инструкция по установке:

https://gitverse.ru/spruttechnology/planar-slicing-extension

15 https://support.ultimaker.com/s/topic/0TO5b000000Q4w3GAC/cura-print-settings

5.18.6 Неплоская печать



5.18.6.1 **Область применения:**

Эта операция позволяет печатать модели на произвольных неплоских подложках. Она использует механизм неплоского слайсера и генерирует путь аддитивной печати. Но также возможно использовать эту операцию в виде классического плоского слайсера с некоторыми дополнительными параметрами.

5.18.6.2 **Наладка:**

Вкладка **Наладка** используется для конфигурации основных параметров проекта. Это может включать в себя позиционирование детали на оборудовании, систему координат детали и многое другое. Узнать больше(see page 476)

5.18.6.3 **Рабочее задание:**

Неплоская подложка. Подложка для печати (только для стратегии "Смещение")

Элемент печати. Модель, которую необходимо распечатать

Свойства. Отключены

Удалить. Удаляет элемент из списка

5.18.6.4 **Стратегия:**

Стратегия печати.

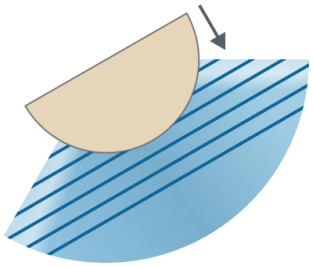
Определяет стратегию печати.

Нажмите здесь для раскрытия...

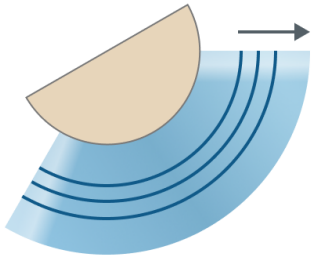
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Типы стратегий

Плоская. Эта стратегия выполняет классический плоский слайсинг, но при этом поддерживает разные направления печати и позволяет задавать правила управления нормалью в траектории.

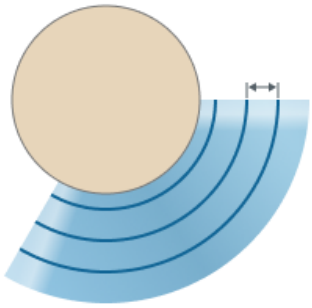


Смещение. Стратегия, которая работает по принципу смещения слоев на равное расстояние от базовой подложки. Это позволяет сохранять постоянный шаг на каждом слое.

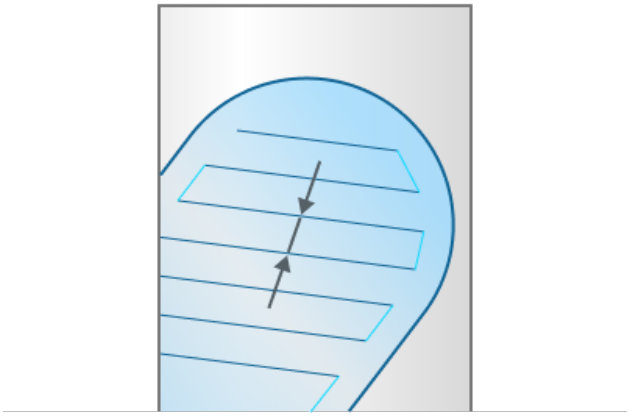


Основные параметры.

Высота слоя. Высота слоя в мм. По умолчанию соответствует рабочей длине (WL) инструмента



Ширина линии. Ширина линии. По умолчанию соответствует диаметру инструмента



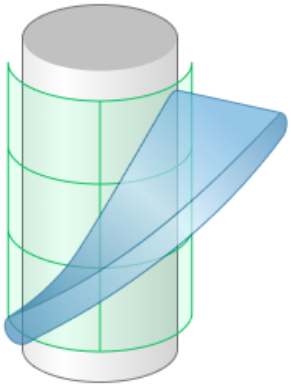
Параметры плоской печати

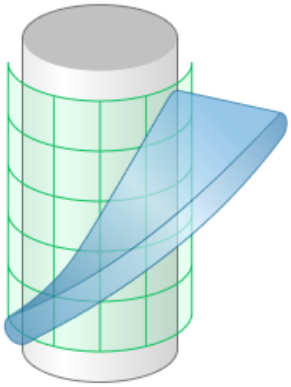
Направление печати. Определяет направление печати для стратегии **Плоская** — вдоль осей X, Y, Z или в пользовательском направлении.

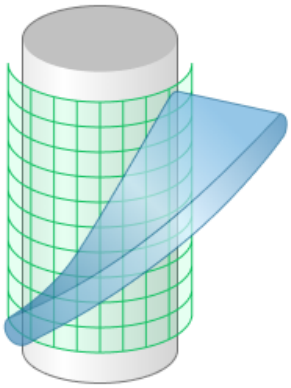
Параметры печати со смещением

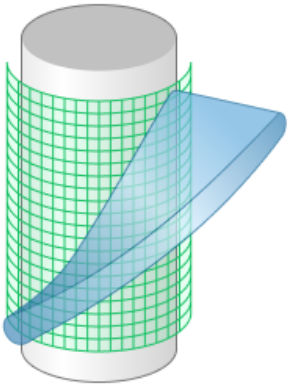
Качество поверхности. Представляет качество (разрешение) поверхностей смещения, которые используются для пересечения модели. На низком качестве расчет работает быстрее, но точность траектории может быть хуже. На высоком качестве расчет работает дольше, но качество траектории может быть лучше

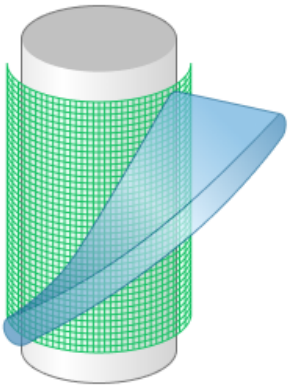
© 2025 ООО СПРУТ Технология



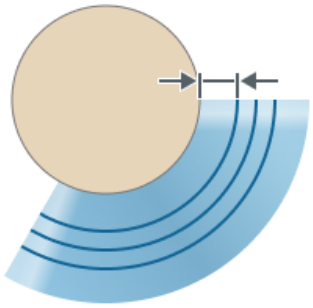






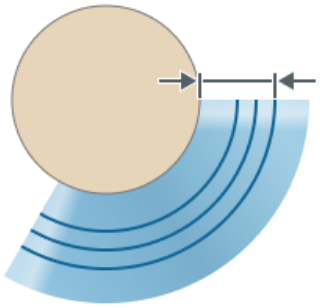


Начало смещения. Значение смещения от подложки, где начинается процесс печати



Конец смещения. Значение смещения от подложки, которое представляет собой границу окончания процесса печати. Однако, печать может закончиться и до этого уровня (это зависит от параметра высоты слоя)

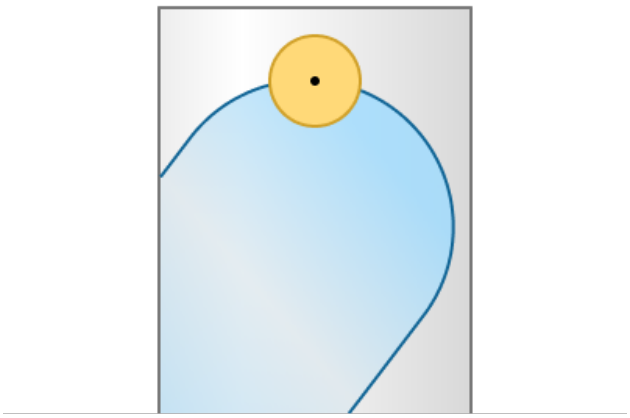
© 2025 ООО СПРУТ Технология

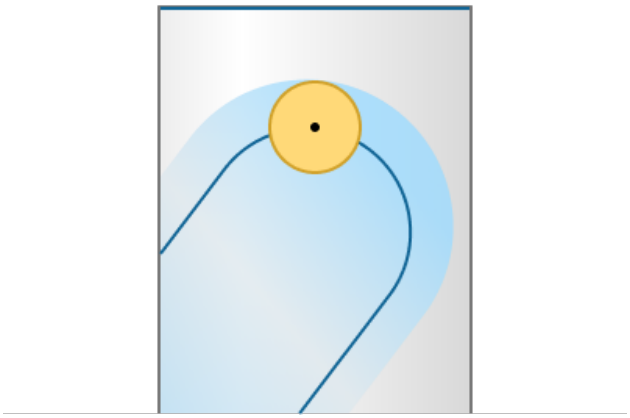


Печать внутри.

Смещает траекторию печати внутрь модели на половину значения ширины линии.

Нажмите здесь для раскрытия...





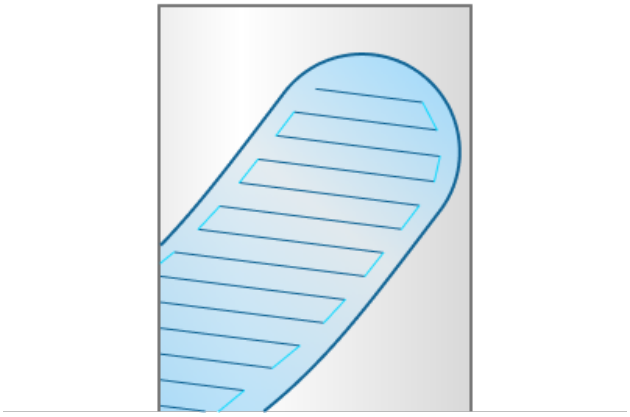
Заполнение.

Группа параметров, управляющая формированием заполнения для модели.

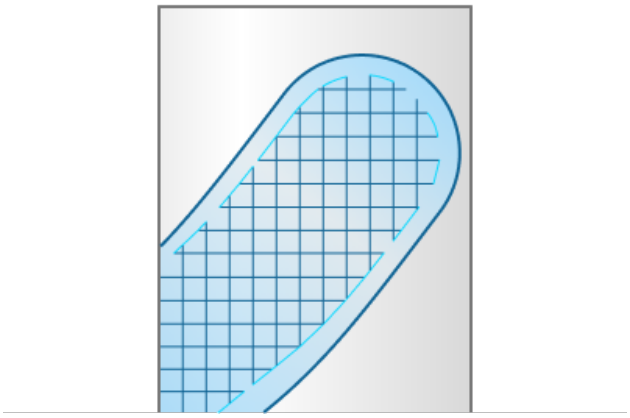
Нажмите здесь для раскрытия...

Шаблон заполнения. Определяет шаблон заполнения.

Линии. Этот шаблон заполнений создается путем пересечения неплоских слоев с обычными вертикальными плоскостями

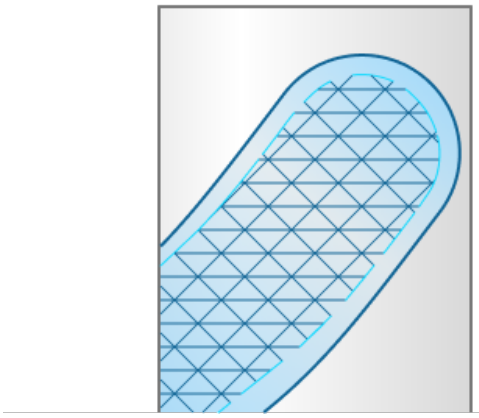


Сетка. Этот тип заполнения создаётся пересечением неплоских слоёв с вертикальными плоскостями таким образом, что образуется сетка.



Треугольники. Этот тип заполнения создаётся пересечением неплоских слоёв с вертикальными плоскостями таким образом, что образуются равносторонние треугольники.

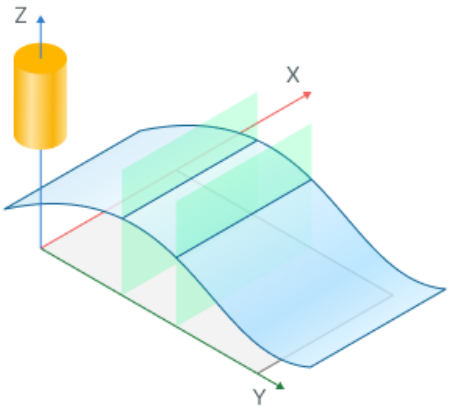
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Ориентация заполнения. Определяет ориентацию заполнений в трехмерном пространстве

Направление. Вектор направления заполнения. По умолчанию соответствует вектору ориентации инструмента для стратегии **Смещение**, и вектору направления печати для стратегии **Плоская**.

По вектору ориентации инструмента. Вектор ориентации инструмента может быть задан на странице **Наладка**. Узнать больше(see page 494)

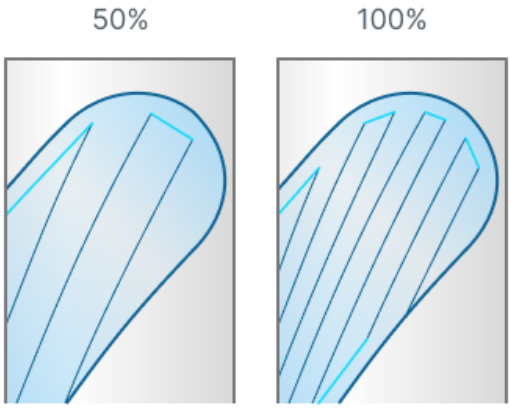


По вектору направления печати. Соответствует вектору направления печати, который можно задать в параметрах стратегии плоской печати.

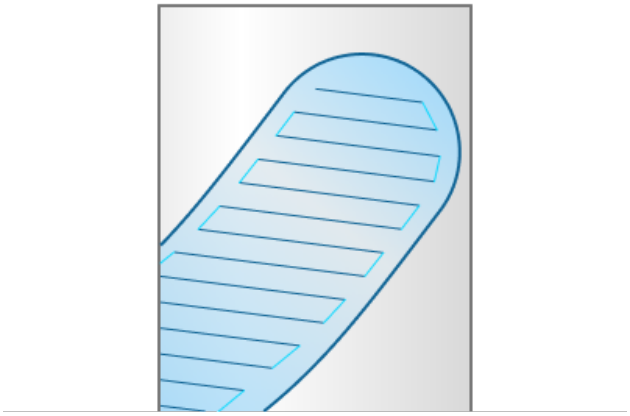
Пользовательский. Позволяет вручную задать вектор нормали и угол поворота для заполнения.

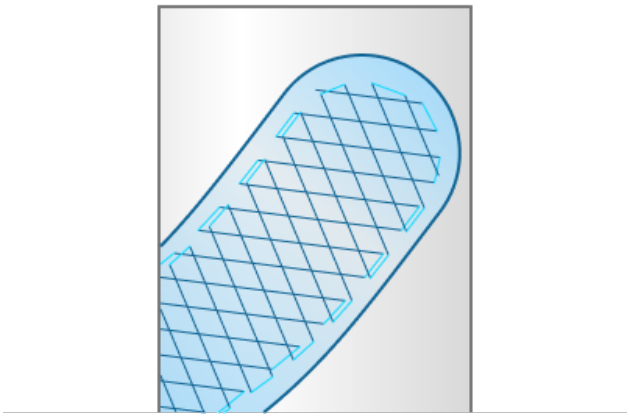
Плотность заполнения. Регулирует плотность заполнения в процентах

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Чередовать направление линий. Чередует линии заполнения через каждый слой, поворачивая их на 45 градусов



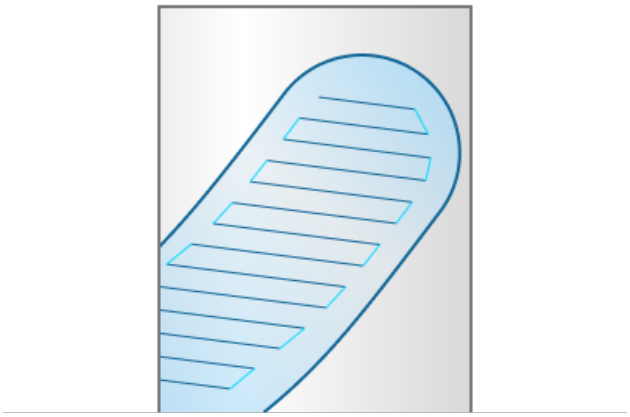


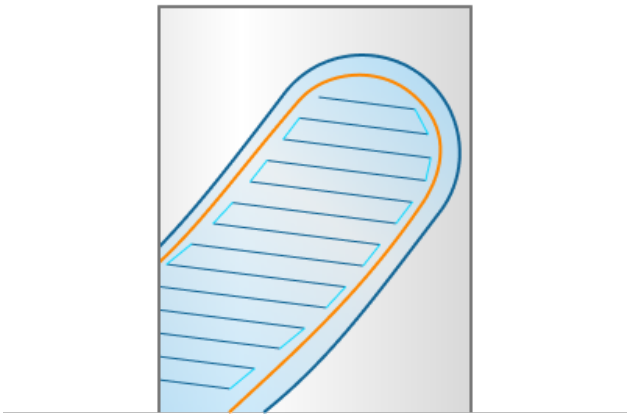
Двойные стенки.

Параметр добавляет дополнительную внутреннюю стенку

Нажмите здесь для раскрытия...

© 2025 ООО СПРУТ Технология





Сортировка.

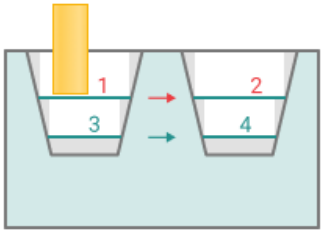
Параметры сортировки и переходов.

Нажмите здесь для раскрытия...

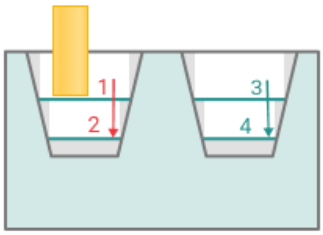
Сортировка.

Позволяет задать порядок печати слоёв и элементов.

По слоям. Позволяет печатать все элементы послойно.



По элементам. Позволяет печатать все элементы по одному. *Примечание: чтобы правильно использовать этот вариант, необходимо настроить элементы печати как отдельные объекты на странице* ***Рабочее задание****.*



Разделить по слоям.

Этот параметр позволяет разделить элементы печати на заданное количество слоёв. Он доступен только тогда, когда параметр **Сортировка** установлен в режим **По элементам**.

Примечание: данный параметр полезен в случаях, когда печать поэлементно невозможна из-за столкновений с ранее напечатанными элементами. Кроме того, он помогает достичь более равномерного распределения тепла по печатаемым частям и снизить остаточные напряжения.

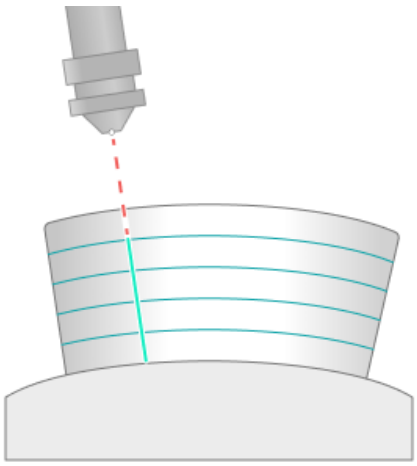
Начальные точки.

Позволяет задавать правила для выбора начальной точки печати на слоях.

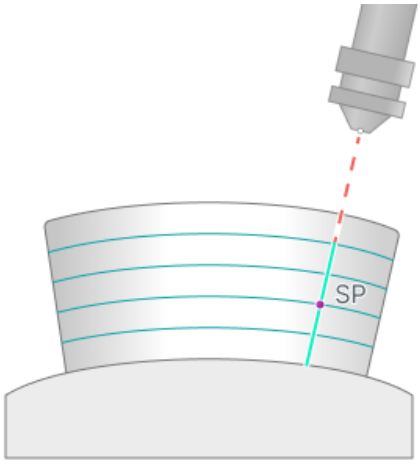
Нажмите здесь для раскрытия...

Автоматически. Автоматический режим выбора начальной точки.

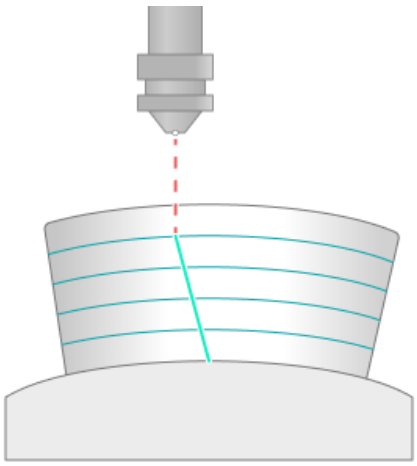
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Вручную для первых слоев. Позволяет вручную задать начальную точку на первом слое печати для моделей. Начальные точки для следующих слоев будут вычислены автоматически по ближайшему расстоянию к начальной точке предыдущего слоя. Вы можете задать начальные точки на странице **Рабочее задание**.



Вручную для всех слоев. Позволяет задать начальные точки для всех слоев с помощью кривой. В таком случае, начальные точки будут вычислены по ближайшему расстоянию до заданной кривой. Вы можете задать их на странице **Рабочее задание**.

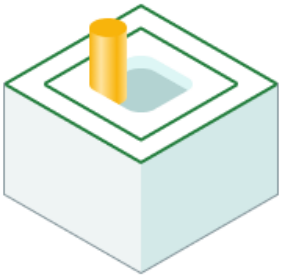


Порядок печати.

Определяет порядок печати стенок и заполнения.

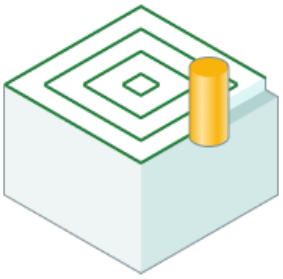
Нажмите здесь для раскрытия...

Изнутри наружу. Сначала печатается заполнение, затем внутренние стенки и потом внешняя стенка



Снаружи внутрь. Сначала печатается внешняя стенка, затем внутренние стенки и потом заполнение

© 2025 ООО СПРУТ Технология



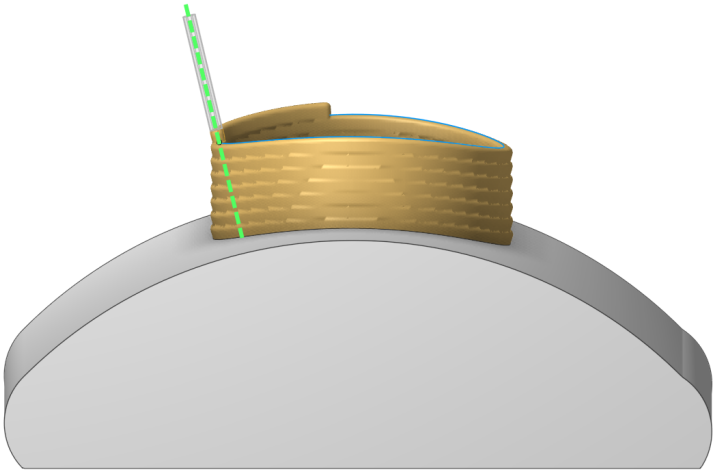
Чередовать направление. Порядок печати будет чередоваться слой за слоем, начиная с направления «изнутри наружу».

Ориентация инструмента.

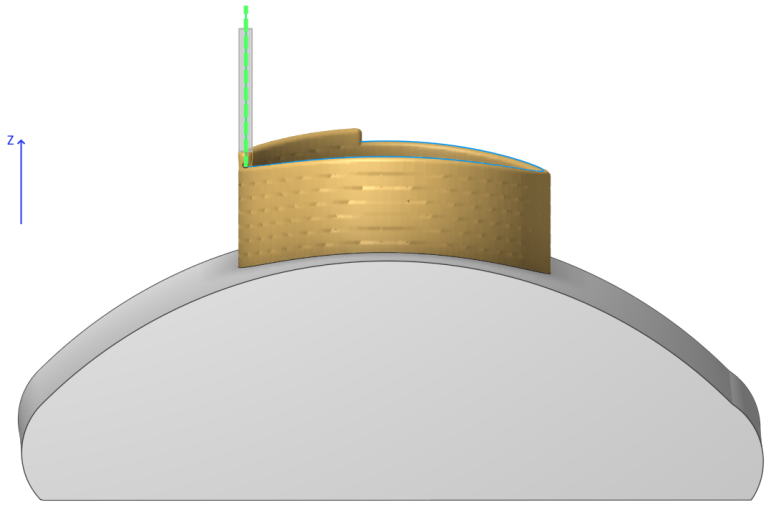
Этот параметр позволяет задавать разную ориентацию инструмента (нормаль) без изменения самой траектории. Доступно пять опций: "Нормаль к поверхности", "Фиксированный", "К поворотной оси", "Через точку" и "Через кривую".

Нажмите здесь для раскрытия...

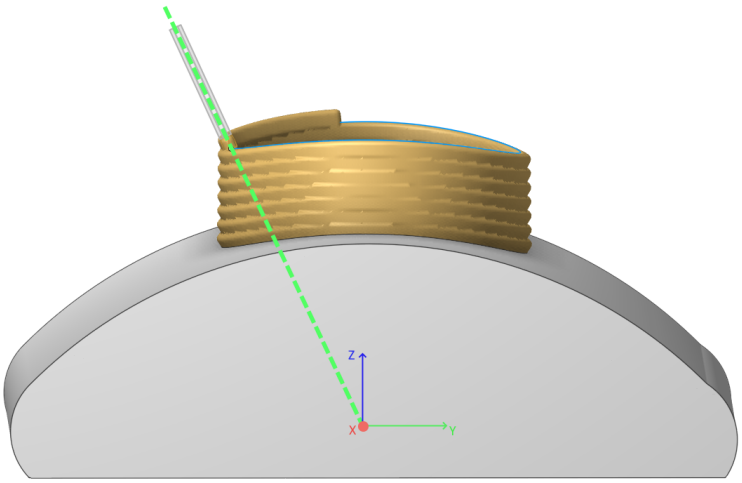
Нормаль к поверхности.



Фиксированный.

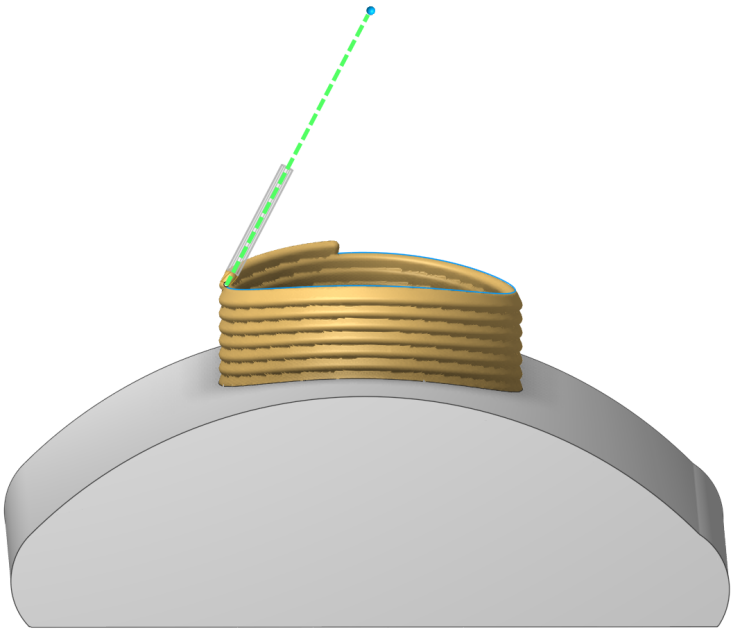


К поворотной оси.

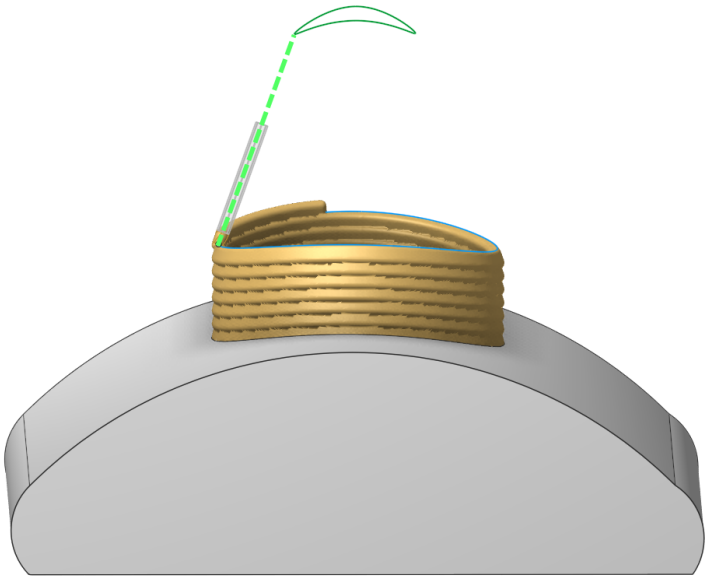


© 2025 ООО СПРУТ Технология

Через точку.



Через кривую.



Больше информации об этом параметре вы можете найти в описании к операции **5D по поверхностям.** Узнать больше(see page 1032)

Пределы углов поворота.

Когда флаг установлен, задаются предельные значения углового положения инструмента относительно выбранной оси. Эта группа параметров работает аналогично операции **5D по поверхностям**. Узнать больше(see page 1032)

5.18.6.5 Параметры:

Интерполяция траектории.

Использование интерполяции это один из основных способов модификации траектории, позволяющий регулировать её плавность и концентрацию точек на ней. Узнать больше.(see page 455)

Минимальное время слоя.

Этот параметр позволяет задать минимально допустимое время для печати одного слоя. Узнать больше.(see page 571)

Моделирование.

Управляет настройками параметров вывода моделирования. Узнать больше.(see page 1599)

5.18.6.6 Подходы/Отходы:

На вкладке **Подходы/Отходы** вы определяете параметры быстрых перемещений. Эти перемещения включают подвод инструмента из позиции смены инструмента, подвод к началу рабочего хода, отвод после последнего режущего хода, переходы между рабочими проходами и возврат в точку смены инструмента. Вы можете настроить последовательность движений по координатам, траекторию этих движений и величину перемещений.

Нажмите здесь для раскрытия...

Состоит из:

Подвод/отвод. Параметры, которые используются для создания подводов и отводов из/в позицию смены инструмента. Узнать больше(see page 583).

Переходы. Определяет правила, регулирующие переходы «Захода/Выхода» и переходы между рабочими перемещениями. Узнать больше(see page 606).

Подходы. Позволяет добавлять к рабочим ходам дополнительные подходы и отходы с использованием своей подачи. Узнать больше(see page 640).

Безопасные перемещения. Эта группа параметров устанавливает вид Поверхности безопасности, а также расстояние до нее от заготовки. По этой поверхности производятся переходы между обрабатываемыми поверхностями или проходами инструмента, а также до нее выполняется первый этап подвода или отвода**.** Узнать больше(see page 598).

Расширенные настройки переходов. Эта группа параметров определяет особенности построения траекторий переходов, в основном, пятикоординатных операций, с учетом оптимального движения по круговым координатам. Узнать больше(see page 602).

Расстояния. Расстояния, используемые в правилах Переходов. Узнать больше(see page 654).

5.18.6.7 Режимы обработки:

Используя данное диалоговое окно, пользователь может определить скорость вращения шпинделя; значение скорости быстрого перемещения и значения подачи

© 2025 ООО СПРУТ Технология

для различных областей траектории инструмента. Скорость вращения шпинделя может быть определена как обороты в минуту, так и как скорость резания. Определяющее значение будет подчеркнуто. Второе значение будет пересчитано относительно определяющего значения с учетом диаметра инструмента. Узнать больше(see page 675)

5.18.6.8 Преобразования:

Набор параметров операции, позволяющих выполнить преобразования координат для рассчитанной в операции траектории инструмента. Узнать больше(see page 664)

Важное примечание

Параметр **Схема размножения** в этой операции **ведет себя иначе**, чем в других операциях.
Обычно, этот параметр копирует всю траекторию операции, включая рабочие ходы и переходы между слоями.
Однако, в этой операции, он копирует **только рабочие ходы** до этапа формирования переходов между слоями.
Это позволяет размножать элементы и применять настройки построения переходов, или же, например, опцию **Разделить по слоям**, что не представляется возможным, используя стандартное поведение схемы размножения.

5.18.6.9 Деталь:

Деталь в аддитивном производстве - это целевая геометрия, которую необходимо изготовить с помощью процесса печати. Узнать больше(see page 730)

5.18.6.10 Заготовка:

Заготовка в аддитивном производстве - это существующий материал или подложка, которая служит основой для печати (может быть пустой). Узнать больше(see page 732)

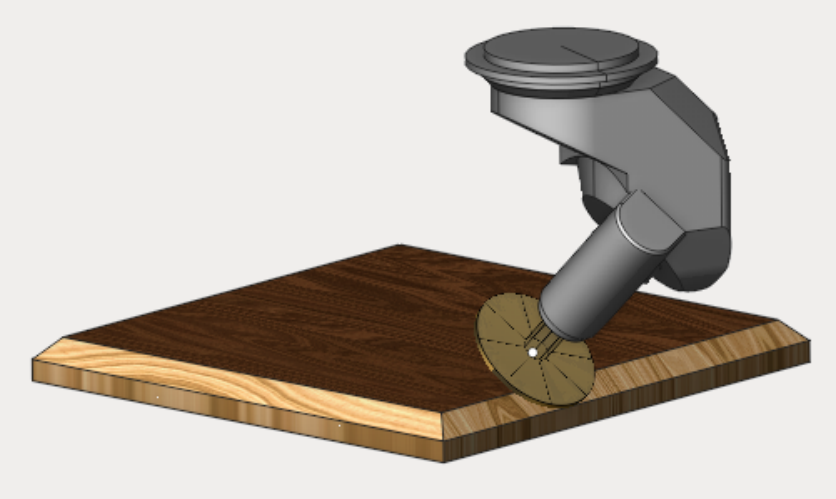
5.18.6.11 Оснастка:

Как оснастка, обычно указываются крепежные приспособления, такие как патроны, захваты, зажимы и т. д., а также ограничительные области любого другого характера . Узнать больше(see page 694)

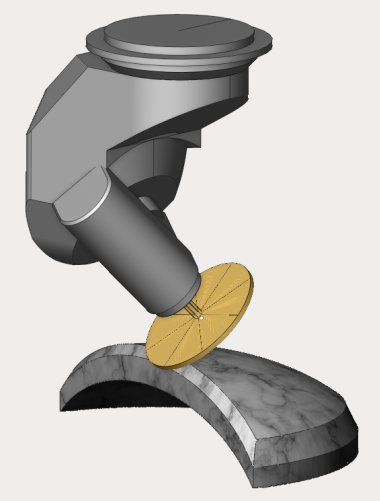
5.19 Обработка дисковым инструментом

Группа операций предназначена для пиления и распиловки материалов типа дерева, камня и других подобных материалов дисковым инструментом.

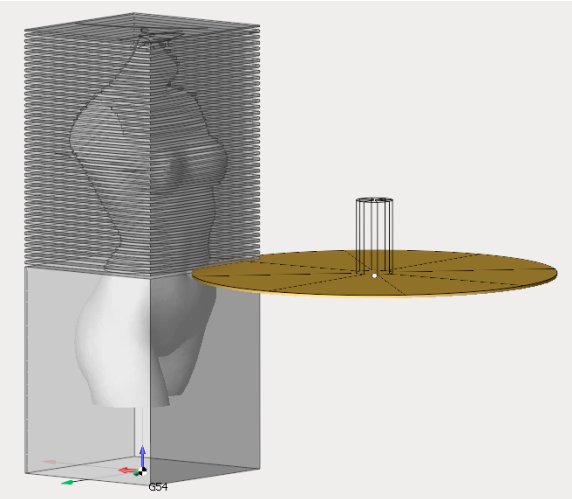
Операция **«2D Пиление»** в первую очередь предназначена для распиловки листовых материалов, обработки плоских фасадов мебели, плит.



Операция **«6D Пиление»** предназначена для распиловки как плоских, так и объемных деталей. В качестве рабочего задания в операции могут указываться как плоские, так пространственные и кривые и ребра поверхностей.



Операция **«Disc Roughing»** предназначена для подготовки массива камня методом нанесения пропилов дисковым инструментом в удаляемой области материала и последующего ручного удаления прореженных слоев материала методом скалывания, после чего обычно следует чистовая обработка соответствующим инструментом.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Группа операций дисковым инструментом, как и другие группы операций системы, лицензируются.

Кроме того, для использования этих операций в схемах станков должна быть прописана возможность работы схемы с данной группой операций. Таким образом, если в системе группа операций дисковым инструментом отсутствует в списке доступных, то причина кроется либо в несоответствии лицензии, любо в невозможности работы схемы с данной группой операций.

See also:

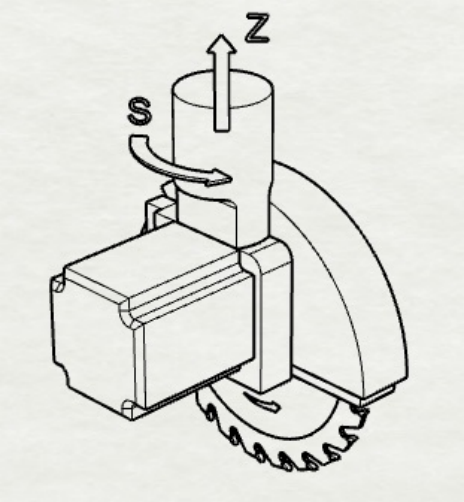
- Дисковый инструмент(see page 1532)
- Черновая обработка диском(see page 1543)
- Распиловка диском 2D(see page 1535)
- Распиловка диском 6D(see page 1539)

5.19.1 Дисковый инструмент

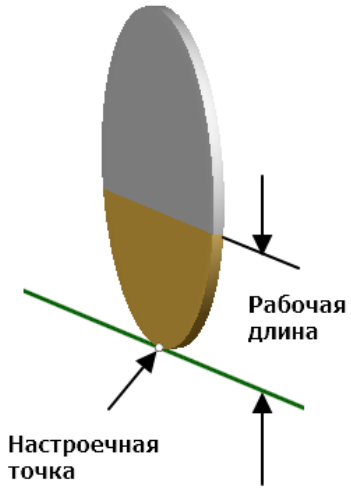
В группе операций дисковым инструментом доступны два типа инструмента в зависимости от вида их крепления.

Saw Blade.

Данный тип инструмента предполагает наличие оси S (ось поворота инструмента относительно оси Z). Ось Z данного типа инструмента направлена вдоль плоскости вращения инструмента.

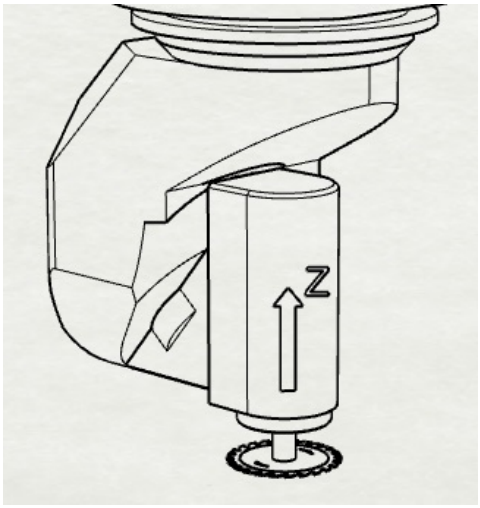


Настроечная точка данного типа инструмента располагается на кромке пилы в отличии от инструмента типа Milling Tool, у которого эта точка расположена на торце инструмента на оси его вращения. У инструмента типа Saw Blade также есть параметр "Рабочая длинна", определяющая высоту рабочей области пилы доступную для работы. Предполагается что остальная часть инструмента закрыта кожухом. Этот параметр напрямую влияет на формирования траектории и она формируется таким образом, чтобы нерабочая область инструмента не участвовала в съеме материала заготовки.

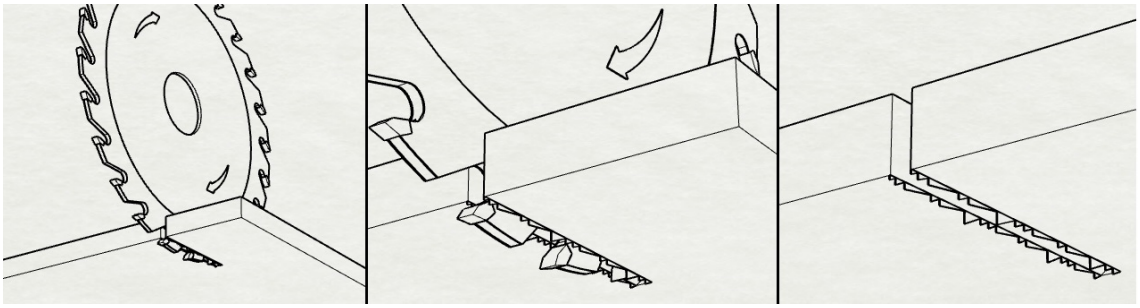


Milling Tool.

Этот тип инструмента представляет собой обычную фрезу большого диаметра и малой высоты. Устанавливается в обычный шпиндель, в наличии оси S нет необходимости, так как ее функцию обеспечивают другие поворотные оси станка. Ось Z данного типа инструмента направлена по нормали к плоскости вращения инструмента.



Отдельно следует рассмотреть следующий важный момент, связанный со спецификой операций пиления дисковой пилой. Если рассматривать пиление панели из дерева или мраморной плиты за один проход (сквозное) то на кромке панели в области выхода зубьев дисковой пилы из материала (в примере ниже это нижняя кромка) могут образовываться сколы и заусенцы (для материалов типа мрамора соответственно только сколы).



Во избежание этого (рассмотрим вариант за два прохода) первый проход пилы делается без выхода из материала на нижнем уровне панели (тем самым обеспечивая верхнюю кромку без дефектов так как верхний уровень панели будет зоной входа зубьев пилы в материал), а второй проход уже с выходом на нижнем уровне, но с движением

© 2025 ООО СПРУТ Технология

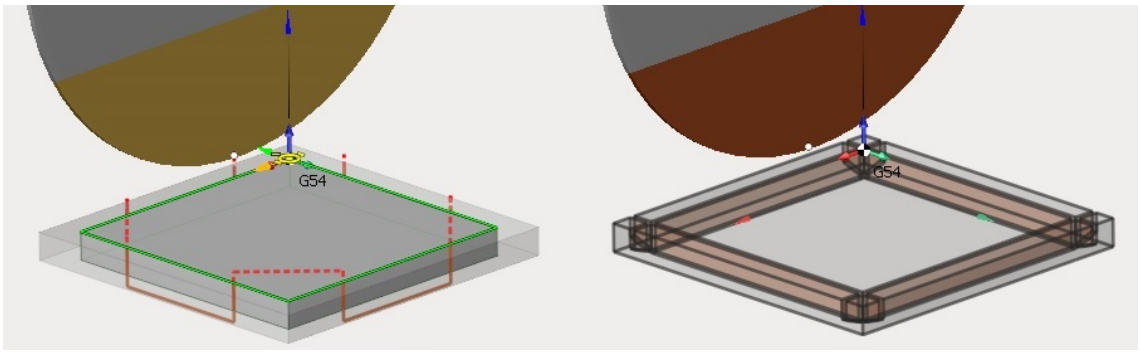
инструмента в обратном направлении (либо в том же направлении но с поворотом оси S инструмента при использовании инструмента типа Saw Blade). Это позволяет и нижнюю кромку получить без дефектов, так как при такой стратегии нижний уровень панели во втором проходе будет зоной входа зубъев пилы в материал, а верхняя кромка уже будет сформирована на первом проходе.

Следующий момент, на который следует обратить внимание, это понятия перебегов на внешних углах и недоходов во внутренних углах.

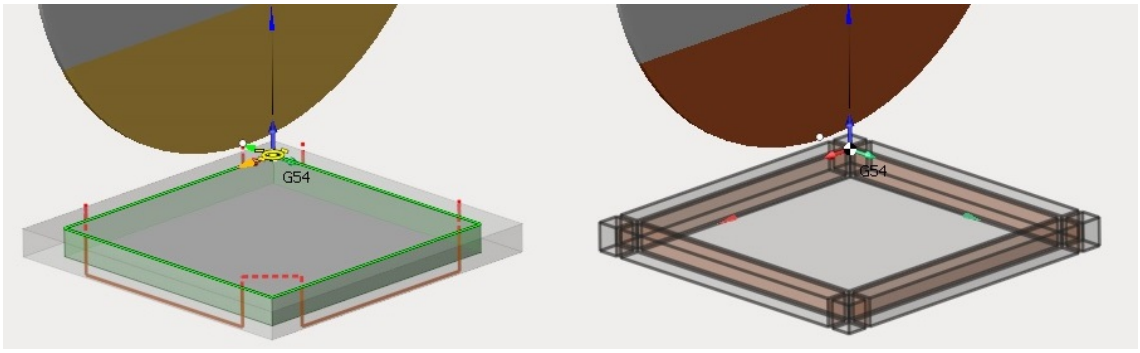
Перебег на внешних углах позволяет увеличить длину траектории вдоль граней углов контура на заданную величину. Необходимость в этом возникает, когда нужно отрезать излишки заготовки вдоль граней контура.

Рассмотрим пример. Допустим, необходимо выпилить прямоугольную панель из заготовки с припуском.

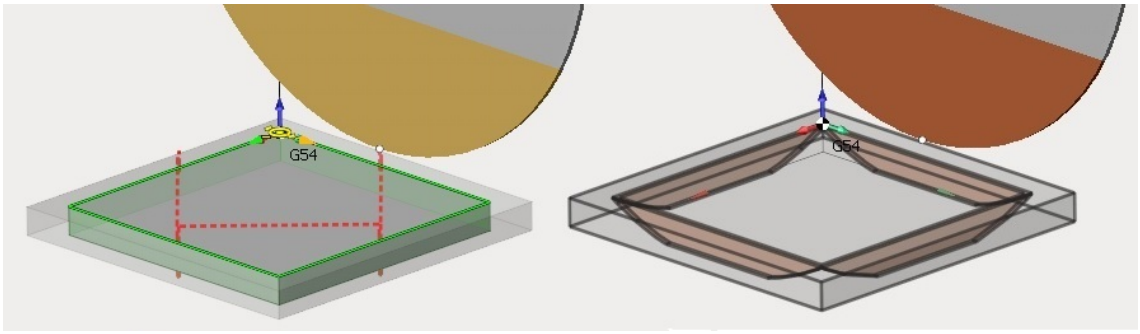
Если не использовать параметр «Перебег на внешних углах», то полностью излишки материала будут отделены от детали только после прохода инструментом всех граней, так как траектория строится исходя из задачи получения заданного контура, а припуск заготовки не учитывается.



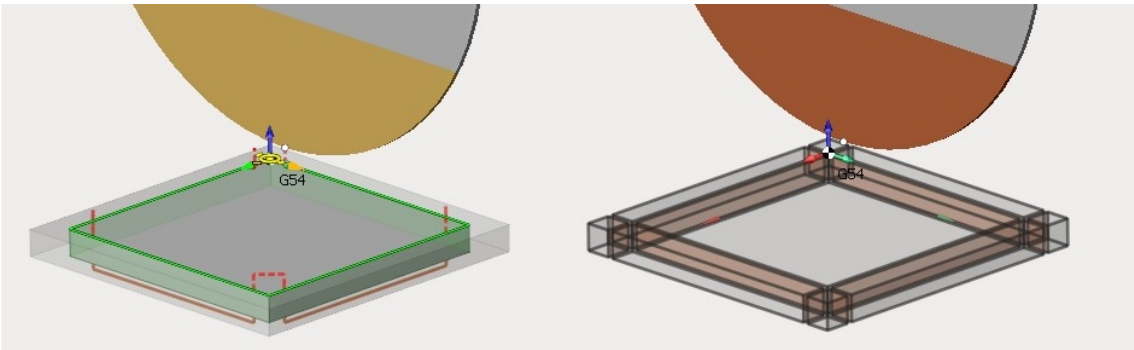
Используя же перебег, излишки материала можно отсекать при проходе каждой грани.



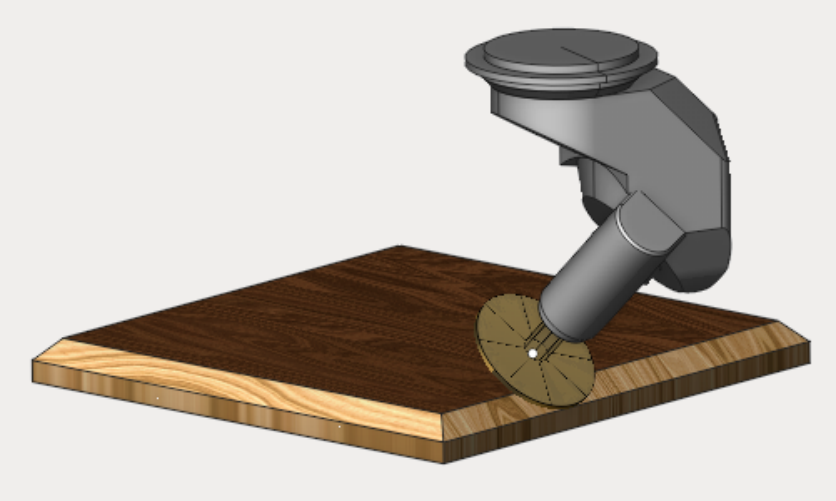
Другая задача стоит при обработке контура внутри. Без изменений параметров перебега траектория перемещения инструмента будет ограничиваться касанием профиля пилы угла контура на верхнем уровне заготовки.



Используя же перебег, можно обеспечить полный контур детали как на верхнем уравне заготовки, так и на нижнем.



5.19.2 Распиловка диском 2D



Операция предназначена для распиловки листовых материалов, плит. Интерфейс задания параметров и зон обработки схож с операцией 2D контур. В рабочем задании определяются контура (если исходные данные — плоский чертеж) или ребра модели (если исходные данные — 3D модель).

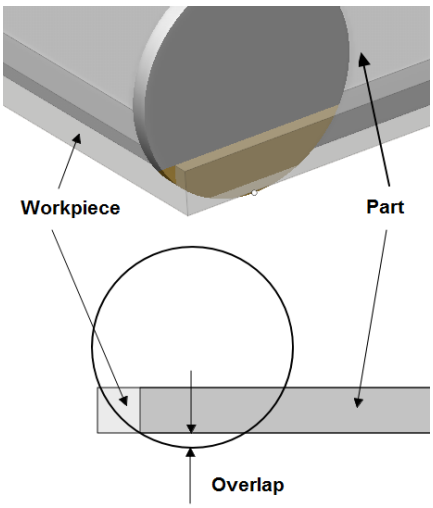
В первую очередь в рабочем задании определяются контура или ребра на 3D модели, вдоль которых будет строиться траектория перемещения диска. Для этого в графическом окне выбираются контура или ребра и добавляются в рабочее задание нажатием кнопки «Кривая». Точно также можно добавить элементы для обработки выбрав на 3D модели поверхность и нажав кнопку «Карман», после чего система автоматически добавит в качестве рабочего задания границы выбранной поверхности. Чтобы ограничить верхний и нижний уровни можно выделить на экране любой элемент геометрии, лежащий на нужном уровне и нажать кнопку «Верхний уровень», либо «Нижний уровень» соответственно.

При открытой вкладке «Рабочее задание» и заданных кривых также можно интерактивно выбрать направление движения инструмента и его расположение относительно кривых (слева/справа) кликнув левой кнопкой мыши в графическом окне по стрелкам на кривых.

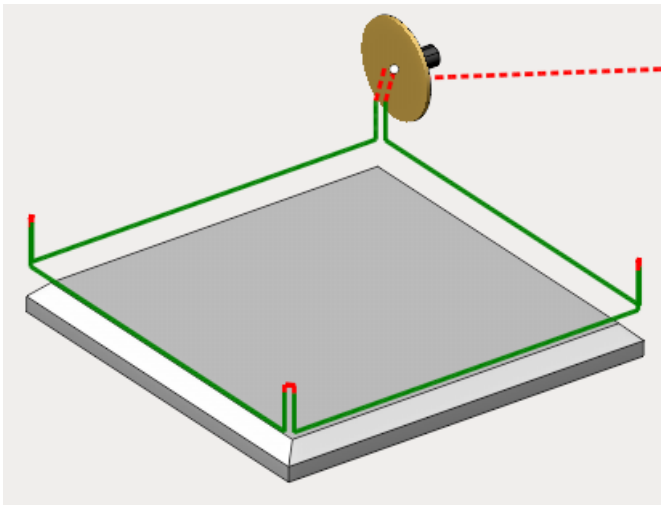
Помимо этого в инспекторе свойств можно задать следующие параметры

- **Перебеги** (overlap)**.** Параметр отвечающий за выход пилы ниже уровня заготовки.

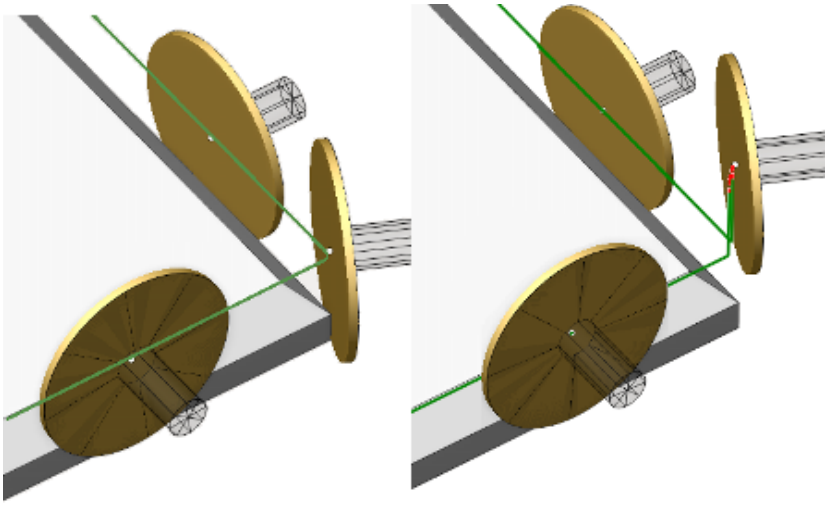
© 2025 ООО СПРУТ Технология



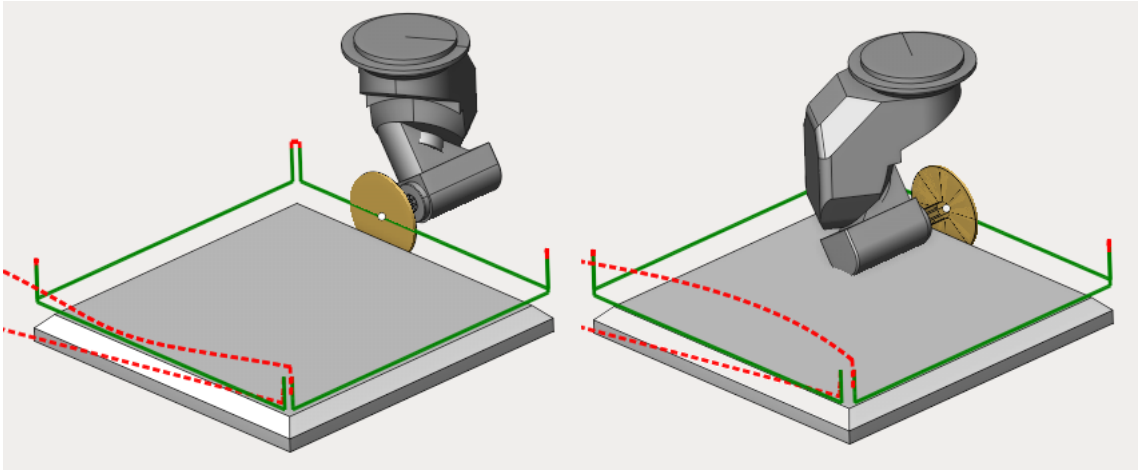
- **Отводы в углах**. Параметр позволяет задавать расстояние по высоте, на котором будет происходить разворот инструмента при смене сторон обрабатываемого угла.



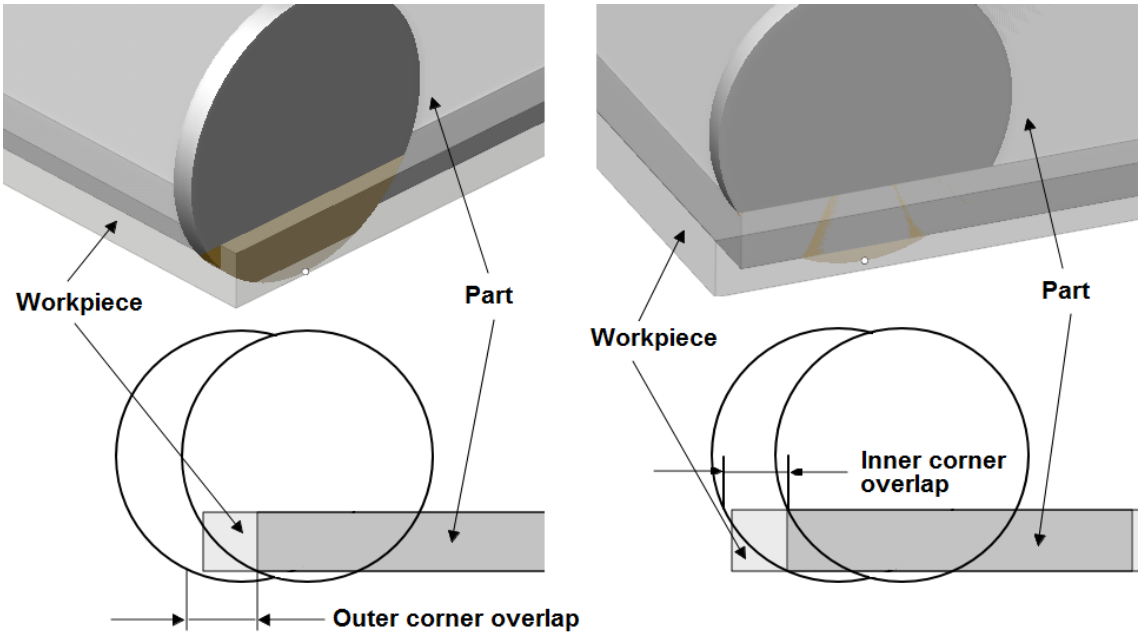
- **Острые углы.** Параметр определяющий пределы значения угла, который считать острым и при обработке которого необходимо использовать отвод инструмента. На иллюстрации обход прямого угла (в первом случае значение острого угла установлено меньше 90 градусов, во втором — больше).



- **Режим пиления**. Задается тип пиления - попутное, встречное, задней/передней стороной.
  Попутное/встречное - обеспечивает соответствующий режим резания, При смене направления контура, пила развернется и будет касаться детали противоположной стенкой.
  Задней/передней стороной - пила всегда касается детали указанной стороной пилы, вне зависимости от направления контура.

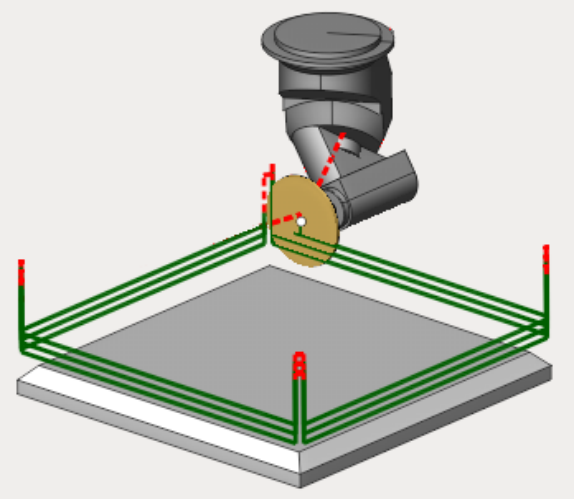


- **Перебеги в углах (+/-).** Параметры, определяющие величину перебега для наружных и внутренних углов. Соответственно, **Перебег в наружных углах** (Outer corner overlap) – для внешних, **Перебег во внутренних углах** (Inner corner overlap) – для внутренних.

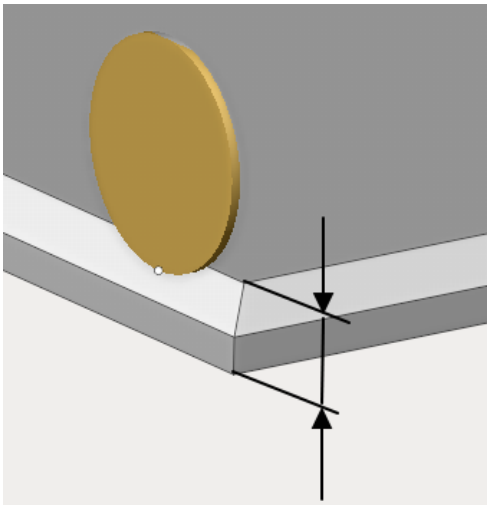


- **Слои.** Определяет количество проходов инструмента. Может задаваться указанием количества слоев и рассчитывается автоматически исходя из значений верхнего и нижнего уровней обработки. Также может задаваться в мм или процентах от диаметра инструмента.

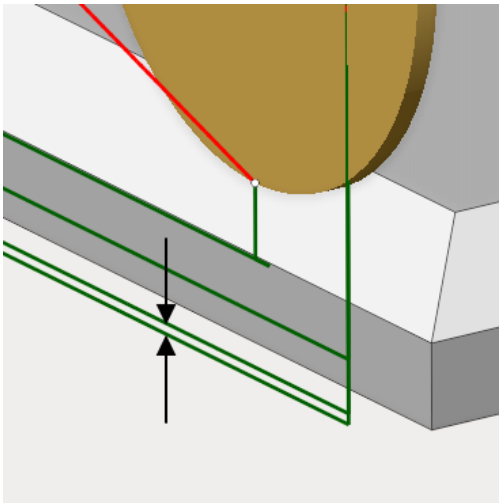
© 2025 ООО СПРУТ Технология



- **Верхний и нижний уровни детали.** Определяют высоту обрабатываемой детали.



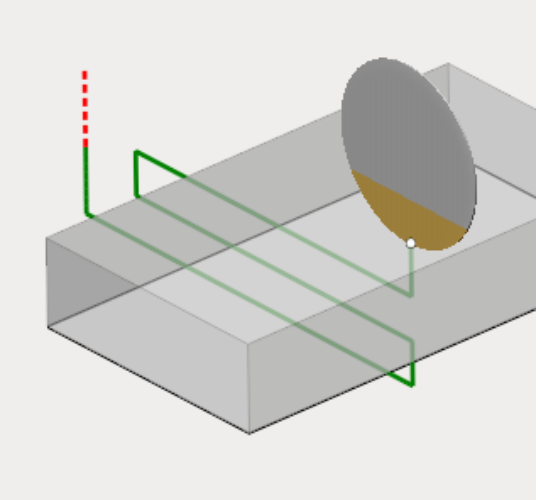
- **Чистовой проход по Z**. В этом параметре задается величина припуска перед последним проходом.



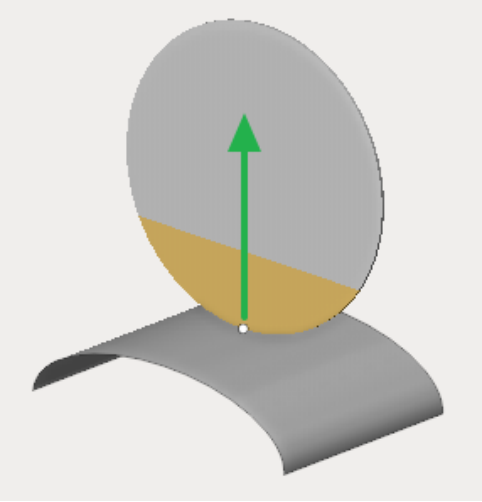
- **Сортировка.** При обработке по слоям после выполнения первого прохода по первому контуру производится переход к выполнению первого прохода по следующему контуру. Переход к выполнению второго прохода производится после того, как были обработаны все контура. При обработке по колодцам вначале

выполняются все проходы вдоль первого контура, затем все проходы вдоль второго контура и т. д.

- **Минимизация холостых ходов**. При включенном режиме движение вдоль заданных элементов производится, таким образом, чтобы суммарная длина холостых ходов была минимальна. В противном случае формирование переходов на холостых ходах производится согласно порядку определенному в окне «Рабочее задание».
- **Зигзаг.** Инструмент опускается вниз слой за слоем и выполняет горизонтальные перемещения с чередующимся направлением.



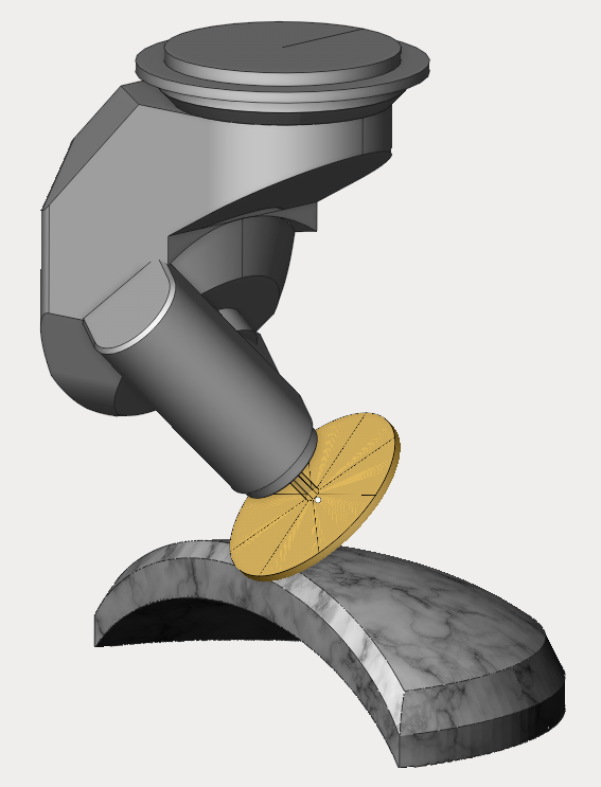
- **Ориентация оси инструмента**. Параметр позволяет определить ориентацию оси инструмента на любом участке траектории. Направление оси может быть фиксированным, по нормали к 4D и 5D поверхностям, а также по нормали к базовой поверхности. Следует отметить, что в отличии от обычной фрезы ось инструмента типа **Saw blade** не совпадает с осью его вращения.



5.19.3 Распиловка диском 6D

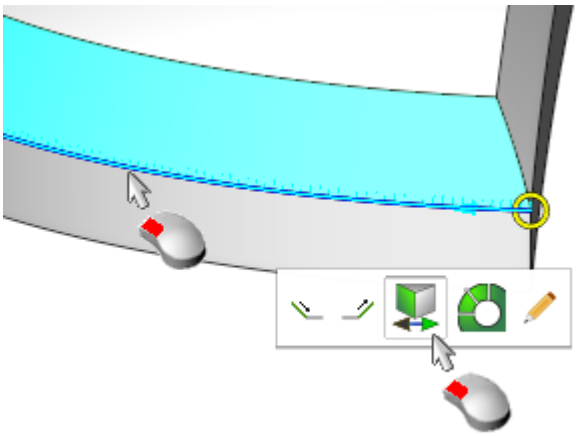
Операция «6D Пиление» предназначена для распиловки как плоских, так и объемных деталей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



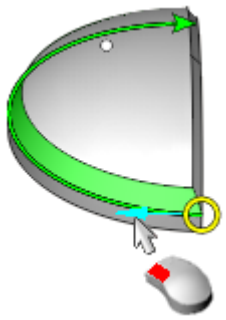
Интерфейс задания параметров и зон обработки схож с операцией 5D контур.

В рабочем задании определяются контура или ребра на 3D модели, вдоль которых будет строиться траектория перемещения диска. Для этого в графическом окне выбираются контура или ребра и добавляются в рабочее задание нажатием соответствующей кнопки, определяющей тип выбранного объекта - «Ребро/Кривая», «5D Кривая», «Кривая наклона». Так как ребро может принадлежать двум смежным поверхностям, после его (ребра) определения в рабочее задание, следует уточнить, обработка какой из поверхностей будет производиться. Для этого в графическом окне кликнув левой кнопкой мыши на ребро можно менять поверхности, которым принадлежит ребро.



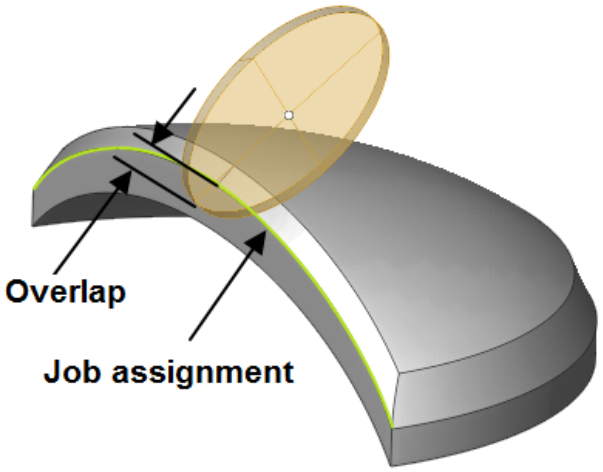
При открытой вкладке «Рабочее задание» и заданных элементах также можно интерактивно выбрать направление движения инструмента кликнув левой кнопкой мыши в графическом окне по стрелкам на кривых.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

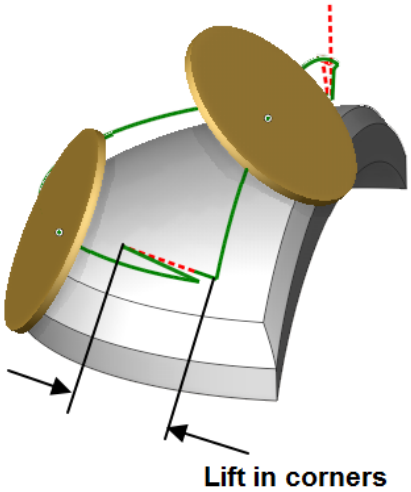


Помимо этого в инспекторе свойств задаются следующие параметры.

- **Перебеги** (overlap)**.** Параметр отвечающий за выход пилы ниже уровня, определяемого рабочим заданием (ребром/кривой).

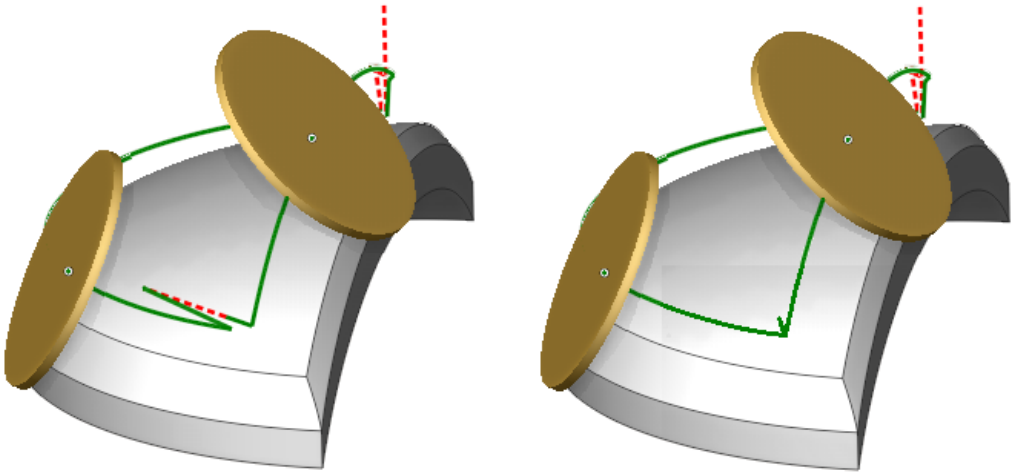


- **Отводы в углах**. Параметр позволяет задавать расстояние по высоте, на котором будет происходить разворот инструмента при смене сторон обрабатываемого угла.

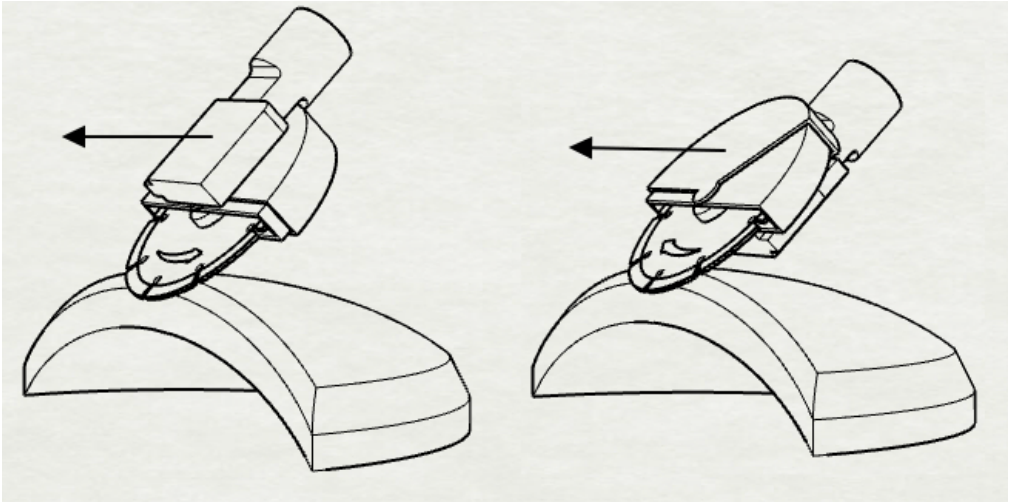


- **Острые углы** определяющий пределы значения угла, который считать острым и при обработке которого необходимо использовать отвод инструмента. На иллюстрации обход угла (в первом случае значение острого угла установлено меньше 90 градусов, во втором — больше).

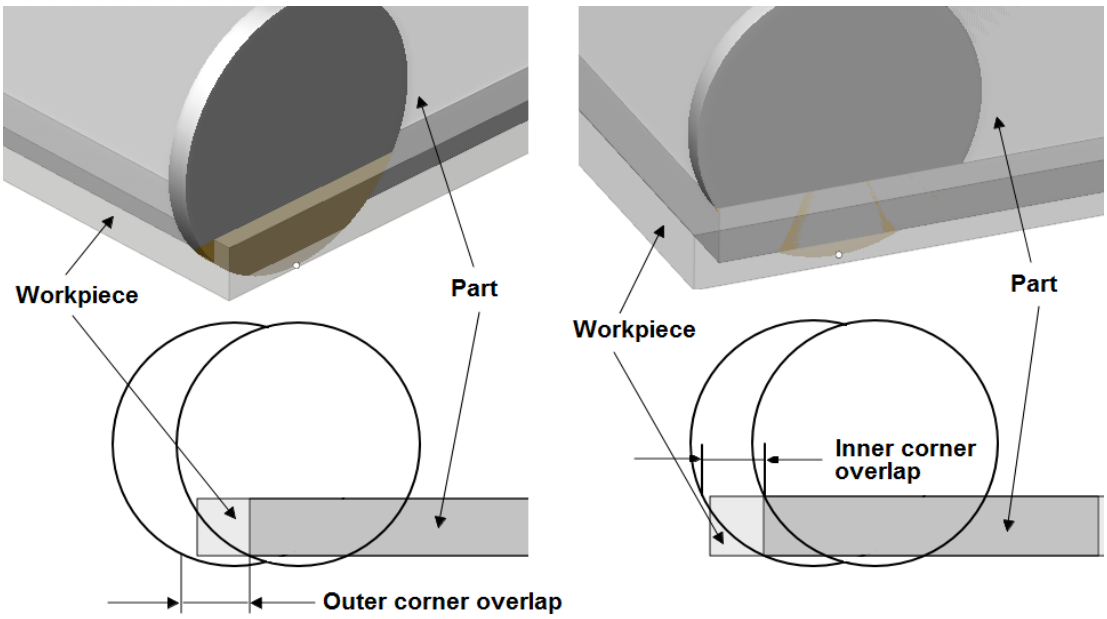
© 2025 ООО СПРУТ Технология



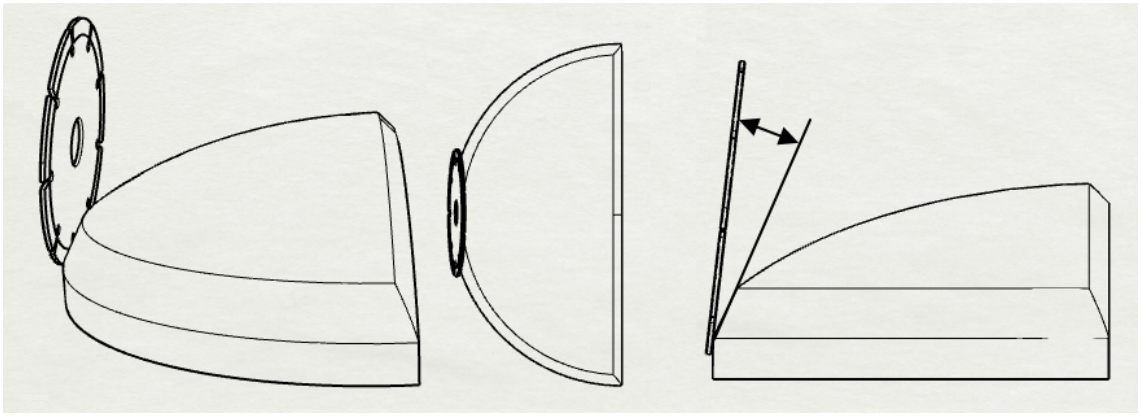
- **Режим пиления**. Задается тип пиления - попутное, встречное, задней/передней стороной.
  Попутное/встречное - обеспечивает соответствующий режим резания, При смене направления контура, пила развернется и будет касаться детали противоположной стенкой.
  Задней/передней стороной - пила всегда касается детали указанной стороной пилы, вне зависимости от направления контура.



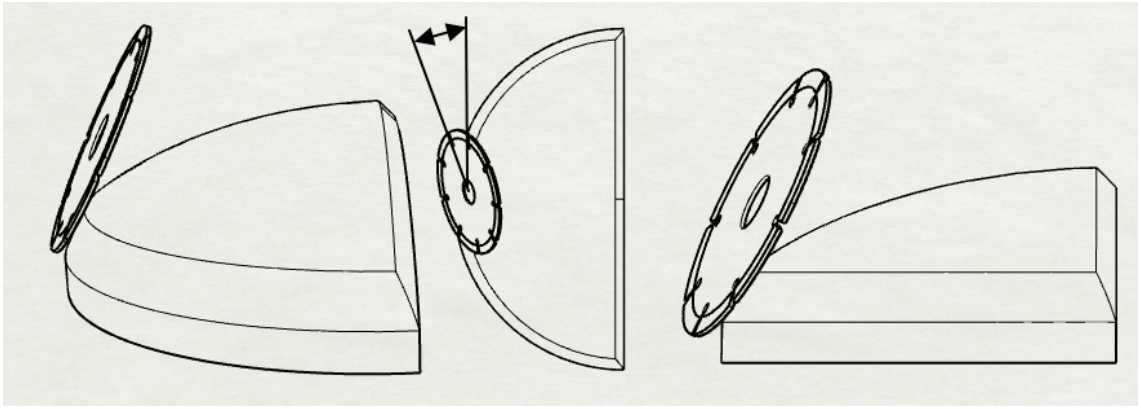
- **Перебеги в углах (+/-)**. Параметры, определяющие величину перебега для наружных и внутренних углов. Соответственно **Перебег в наружных углах** (Outer corner overlap) – для внешних, **Перебег во внутренних углах** (Inner corner overlap) – для внутренних.



- **Угол отклонения**. Параметры, определяющие величину угла отклонения боковой поверхности пилы от обрабатываемой поверхности.



- **Угол опережения**. Параметры, определяющие величину угла отклонения плоскости пилы от касательной к рабочему контуру в каждой точке траектории.

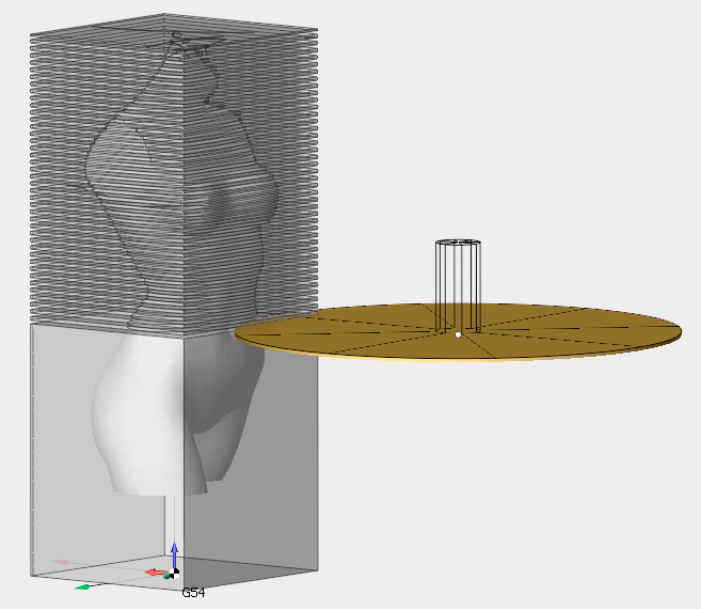


5.19.4 Черновая обработка диском

Операция Disc Roughing предназначена для подготовки массива камня методом нанесения пропилов дисковым инструментом в удаляемой области материала и последующего

© 2025 ООО СПРУТ Технология

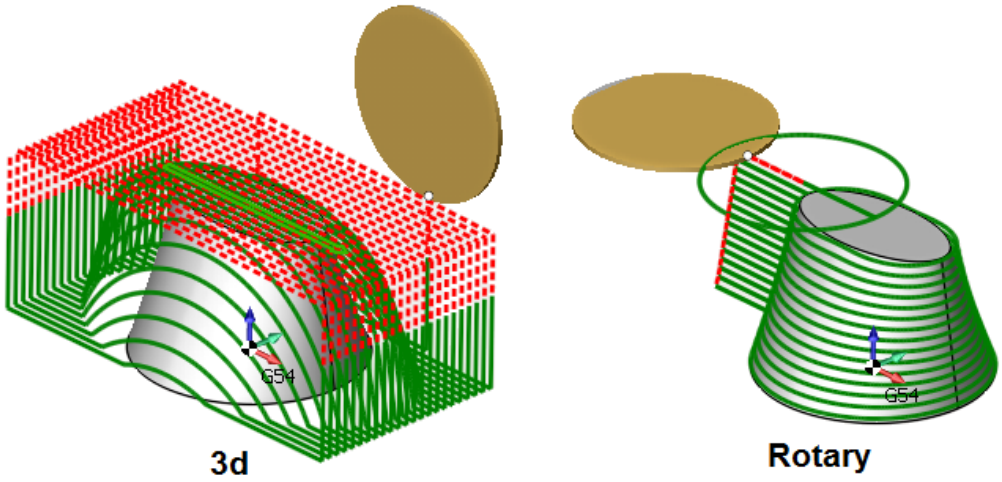
ручного удаления прореженных слоев материала методом скалывания, после чего обычно следует чистовая обработка соответствующим инструментом.



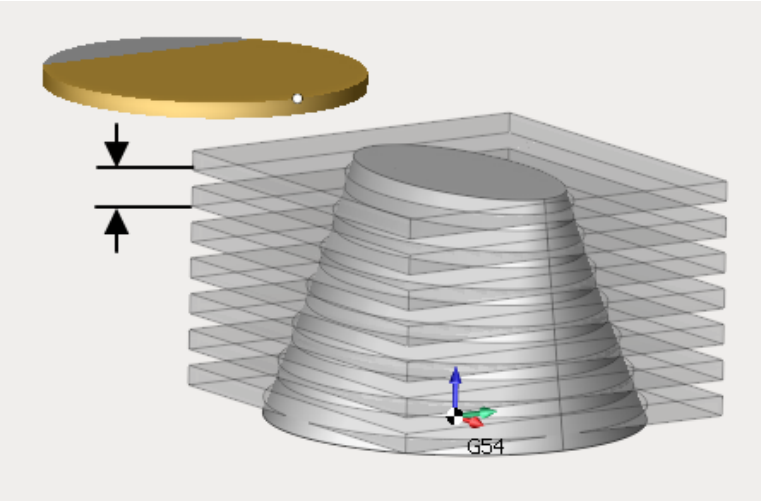
В качестве рабочего задания в операции автоматически определяется импортированная геометрическая модель детали. Чтобы ограничить верхний и нижний уровни обработки можно выделить на экране любой элемент геометрической модели, лежащий на нужном уровне и нажать кнопку «Верхний уровень», либо «Нижний уровень» соответственно.

Помимо этого в инспекторе свойств можно задать следующие основные параметры.

- **Траектория**. Параметр определяет способ формирования траектории — в трех координатах (3D), либо относительно оси (Ротационная).

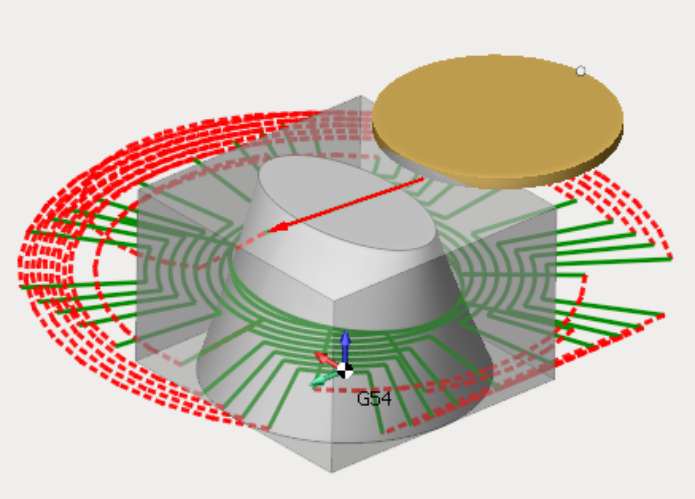


- **Шаг**. Параметр определяет величину шага между слоями снимаемого материала.



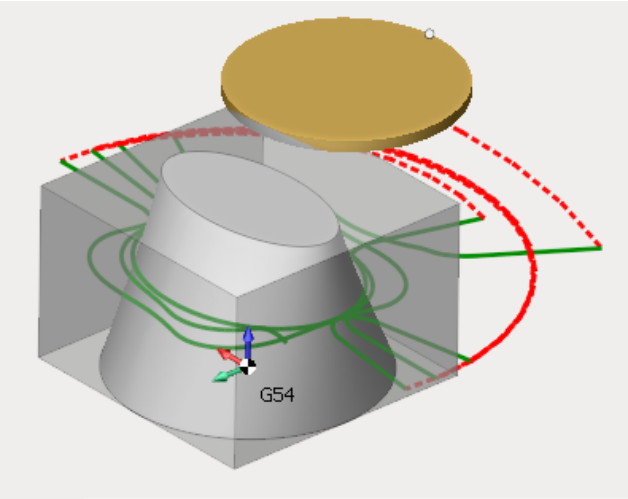
- **Стратегия**. Параметр определяет стратегию формирования траектории.

По слоям. Проходы инструмента располагаются всегда на постоянном расстоянии друг от друга.

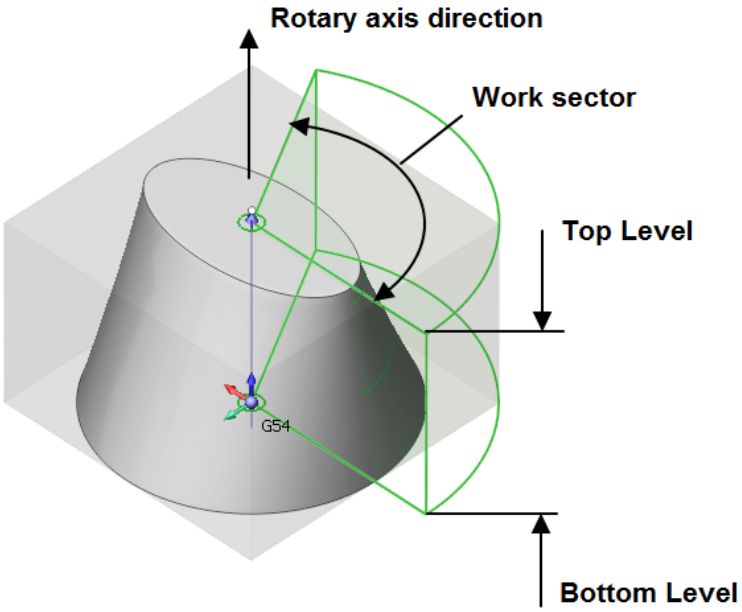


Адаптивная. В стратегии контролируется непревышение заданной ширины реза. Материал удаляется "по спирали". В траектории отсутствуют острые углы. Гладкость траектории контролируется отдельными параметрами для радиусов скругления на черновых ходах, чистовом проходе и переходах. Холостые перемещения по возможности осуществляются в рабочей плоскости с небольшим дополнительным зазором. Врезания в заготовку производятся с использование щадящей для инструмента техники вкатывания.

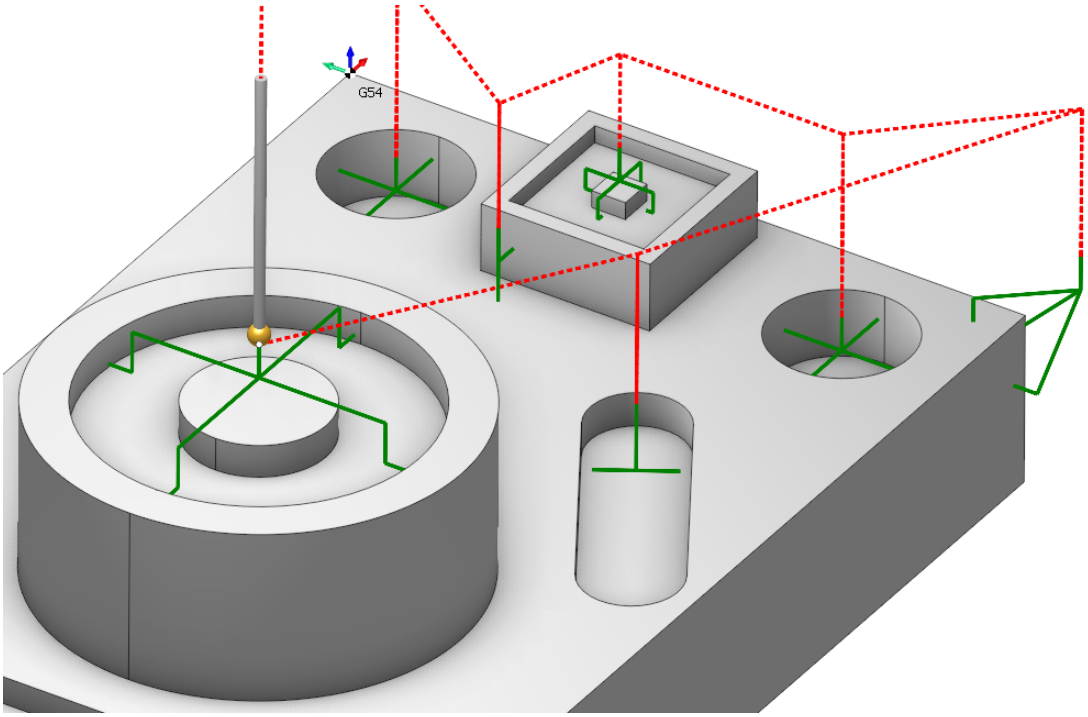
© 2025 ООО СПРУТ Технология



- **Зона обработки**. Группа параметров определяет верхний/нижний уровни обработки, направление оси обработки, а также углы, определяющие сектор обработки.



5.20 Операции измерения



Добавлена новая группа операций - Измерение. Измерение деталей и инструментов с использованием специального измерительного оборудования и заготовленных циклов.

Измерительные циклы могут использоваться на токарных и фрезерных станках, а также на роботах. Измерительные циклы позволяют определить целостность инструмента, размеры деталей, углов и элементов обработки деталей. Благодаря этому можно получить более правильную обработку и избежать ошибок.

Для выполнения измерений обычно требуется специальное оборудование: щупы и КИМ (координатно-измерительные машины).

Основными целями этих циклов является:

- контроль размеров ответственных поверхностей деталей с выводом в отчет;
- измерение детали для компенсации неточностей расположения детали и геометрических размеров реальных деталей;
- измерение для выявления неточностей в размерах инструмента;
- контроль целостности инструмента.

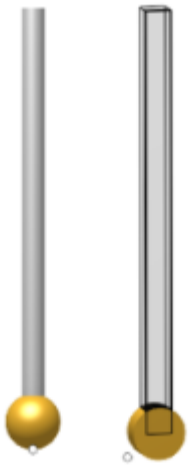
В системе предусмотрены специальные операции для создания траектории на основе измерительных циклов:

- Измерение фрезерной детали;
- Измерение фрезерного инструмента;
- Измерение токарной детали;
- Измерение токарного инструмента.

Эти операции практически идентичны, но в зависимости от цели операции некоторые значения по умолчанию для некоторых параметров будут переопределены (например, инструмент).

Также добавлена новая группа измерительных инструментов: один инструмент для осевого случая (точка инструмента на оси), другой для случая поворота (точки инструмента могут быть сбоку).

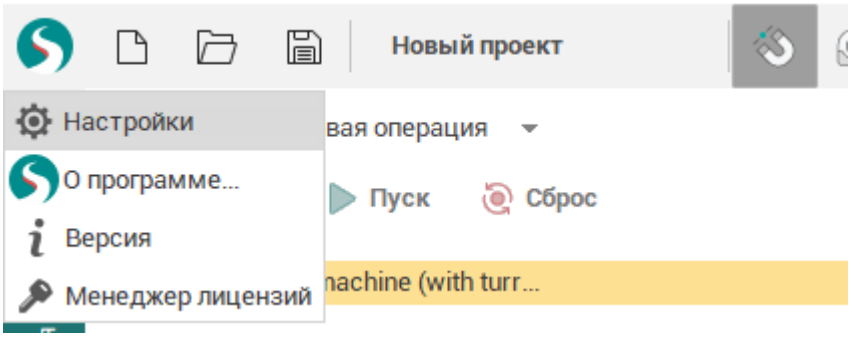
© 2025 ООО СПРУТ Технология

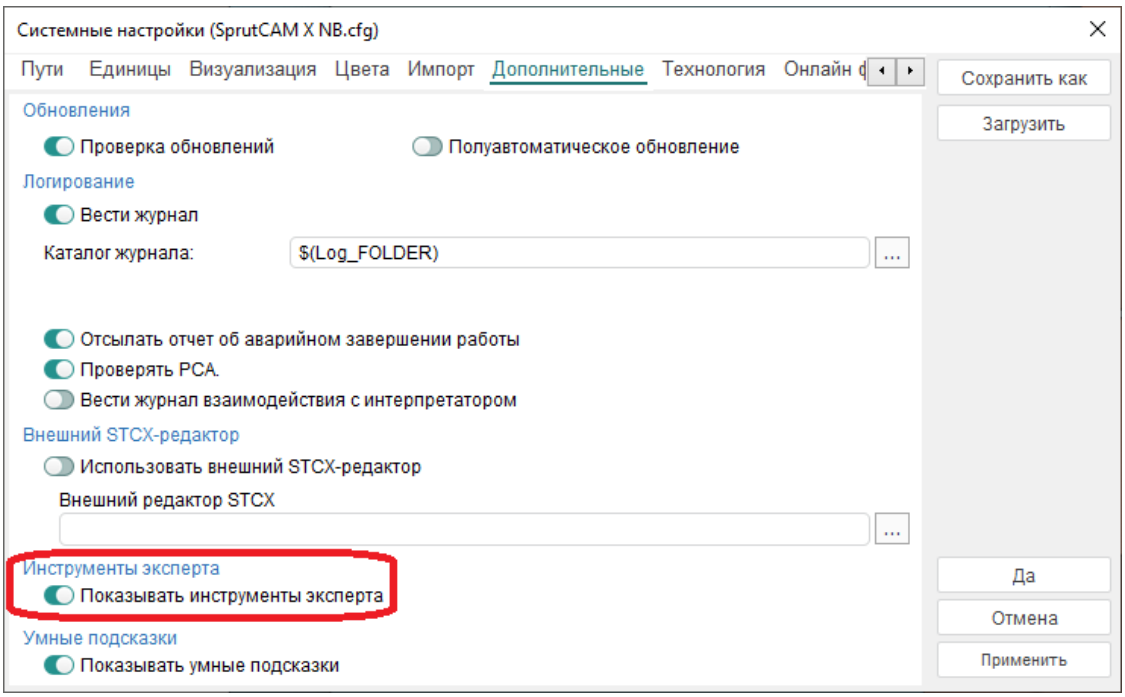


5.20.1 Создание собственных циклов измерения (шаблоны)

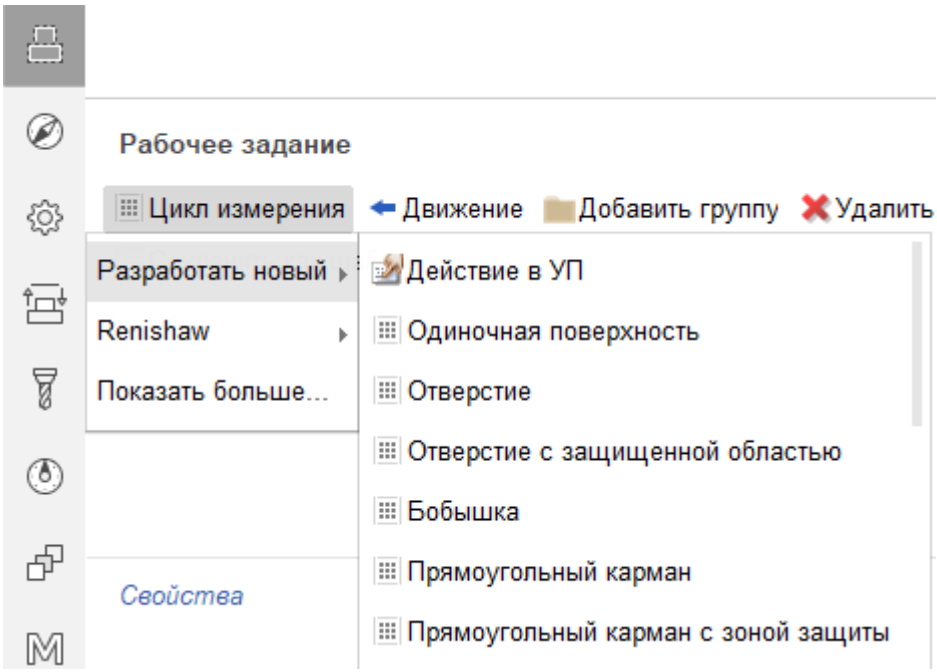
Вы можете создать собственный цикл измерения (шаблон) с индивидуальными параметрами для дальнейшего использования. Новые циклы измерения можно объединить в библиотеку(see page 1572), которая является отдельным файлом с расширением <**scpbl**>. Данной библиотекой можно делиться с другими пользователями.

Для создания шаблона в первую очередь необходимо включить права эксперта. Для этого вам необходимо открыть <**Настройки**>. Затем переключиться на вкладку <**Дополнительные**> и в появившихся параметрах включить <**Показывать инструменты эксперта**> и нажать <**Да**>. После этого будут доступны пустые циклы.





Вы можете добавить один из пустых циклов. Нажмите <**Цикл измерения**> во вкладке <**Рабочее задание**> выбранной операции. В подменю <**Разработать новый**> появится список доступных циклов. Есть 15 циклов и 1 дополнительный элемент <**Действие в УП**>. Более подробная информация об этих циклах находится здесь(see page 1552).

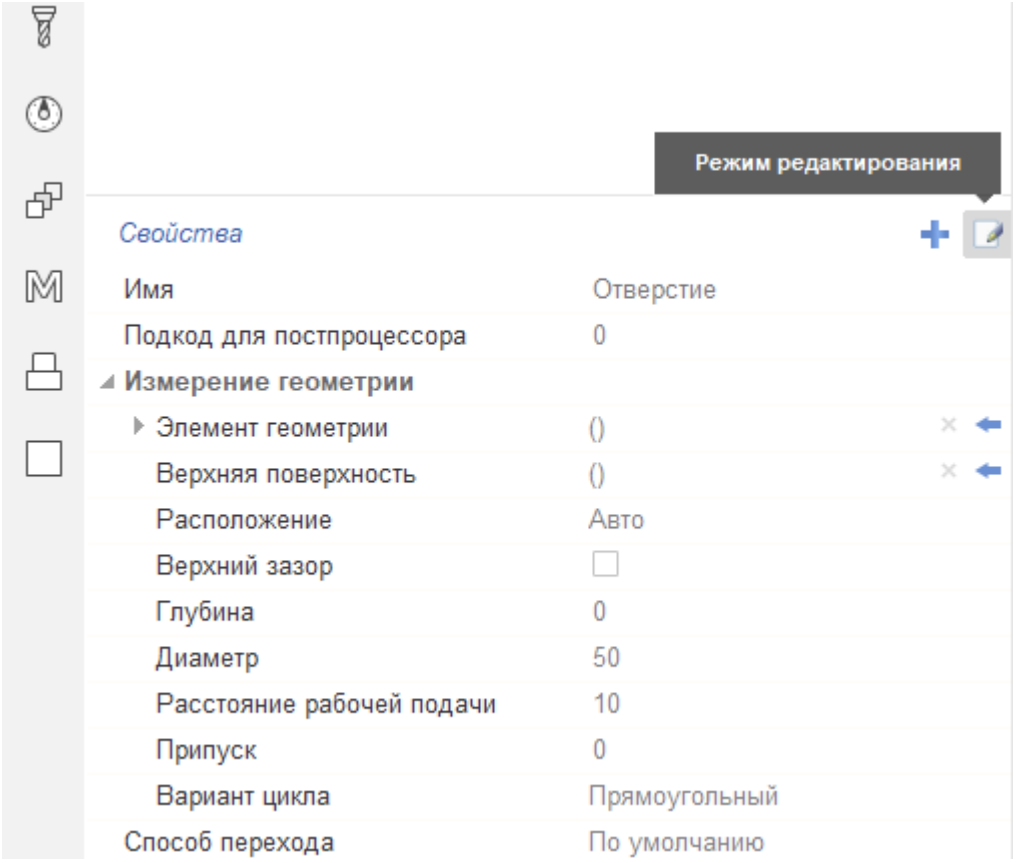


После добавления требуемого цикла нет необходимости задавать геометрические параметры, данные параметры надо будет задавать, когда в дальнейшем будут использовать данный готовый цикл(see page 1565). Самое главное надо задать свойства, которые будут храниться в созданном шаблоне на основе данного цикла.

Для того чтобы добавить свойство, нажмите кнопку <**Режим редактирования**> с иконкой карандаша. После этого отобразится поле <**Подкод для постпроцессора**> и кнопка <**Добавить пользовательское свойство**> с иконкой <**+**>. <**Подкод для постпроцессора**> это уникальный код цикла, используемый для идентификации цикла и анализа его

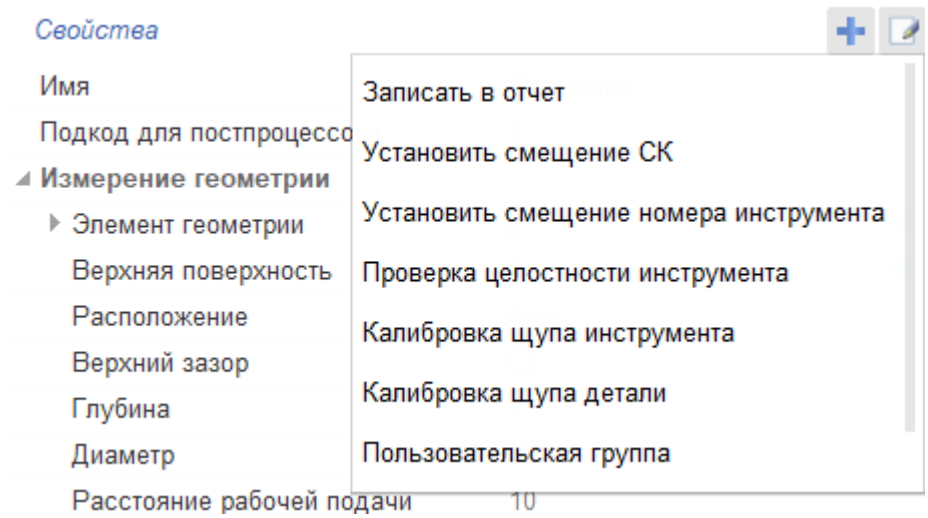
© 2025 ООО СПРУТ Технология

параметров. Также вы можете найти информацию об этом в документации к постпроцессору "Цикл измерения <WProbing>".



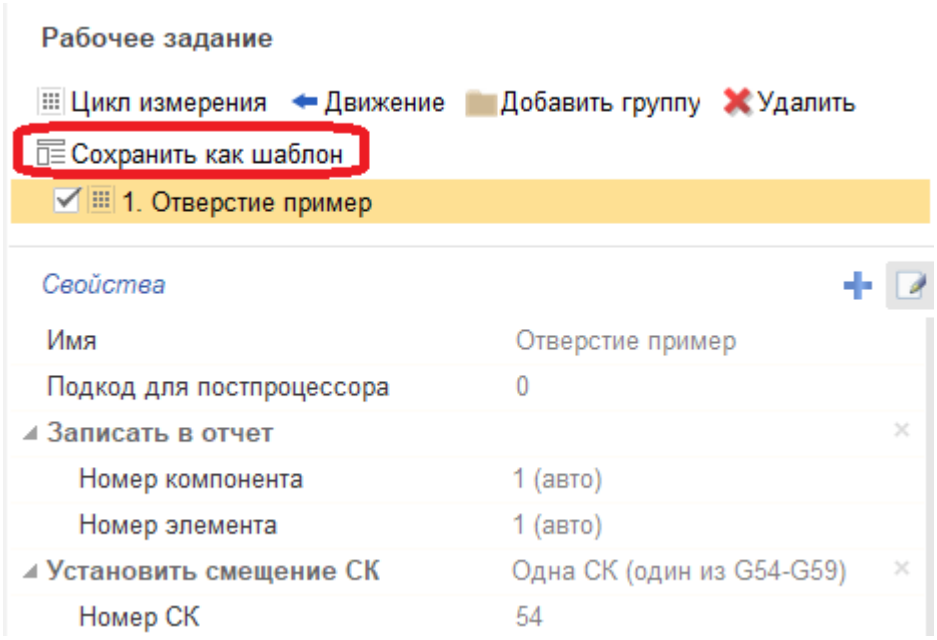
Нажмите на <**Добавить пользовательское свойство**>, чтобы добавить свойство из выпадающего списка. Есть 8 свойств со своими параметрами:

- <**Записать в отчёт**> - ввод измеренных значений в строку отчета. Есть два параметра: <**Номер компонента**> и <**Номер элемента**>. Эти параметры автоматически увеличиваются, но вы также можете ввести значения вручную;
- <**Установить смещение в СК**> - установите систему координат заготовки в ноль. Его можно установить разными способами (глобально сдвинуть все системы координат, сдвинуть одну из G54-G59, сдвинуть через параметры или через локальную систему координат). Вы можете выбрать один из четырех вариантов: <**Глобальная (все G54-G59)**>, <**Одна СК (одна из G54-G59)**>, <**Параметрическое смещение (G10 L2 P1 XYZ)**>, <**Локальное смещение СК (G52 XYZ)**> . Параметр <**Номер СК**> доступен для <**Одна СК (одна из G54-G59)**> и <**Параметрическое смещение (G10 L2 P1 XYZ)**>. Здесь вы можете указать требуемую СК;
- <**Установить смещение номера инструмента**> - установить ноль инструмента. Номер инструмента и корректора, в который нужно записать смещение;
- <**Проверка целостности инструмента**> - проверка отклонений размеров инструмента от эталонных и выдать ошибку, если оно больше его пределов. Также нужен номер инструмента и корректора, где взять размеры для сравнения;
- <**Калибровка щупа инструмента**> - откалибровать щуп инструмент. Для этого понадобится номер щупа и его корректоров;
- <**Калибровка щупа детали**> - откалибровать щуп деталь. Для этого понадобится номер щупа и его корректоров;
- <**Пользовательская группа**> - создает элемент для группировки пользовательских свойств;
- <**Пользовательское свойство**> - пользовательское свойство для добавления дополнительного параметра. Вы можете установить: <**Код для постпроцессора**>, <**Тип свойства**> (double, integer, Boolean. string) и <**Значение**>.



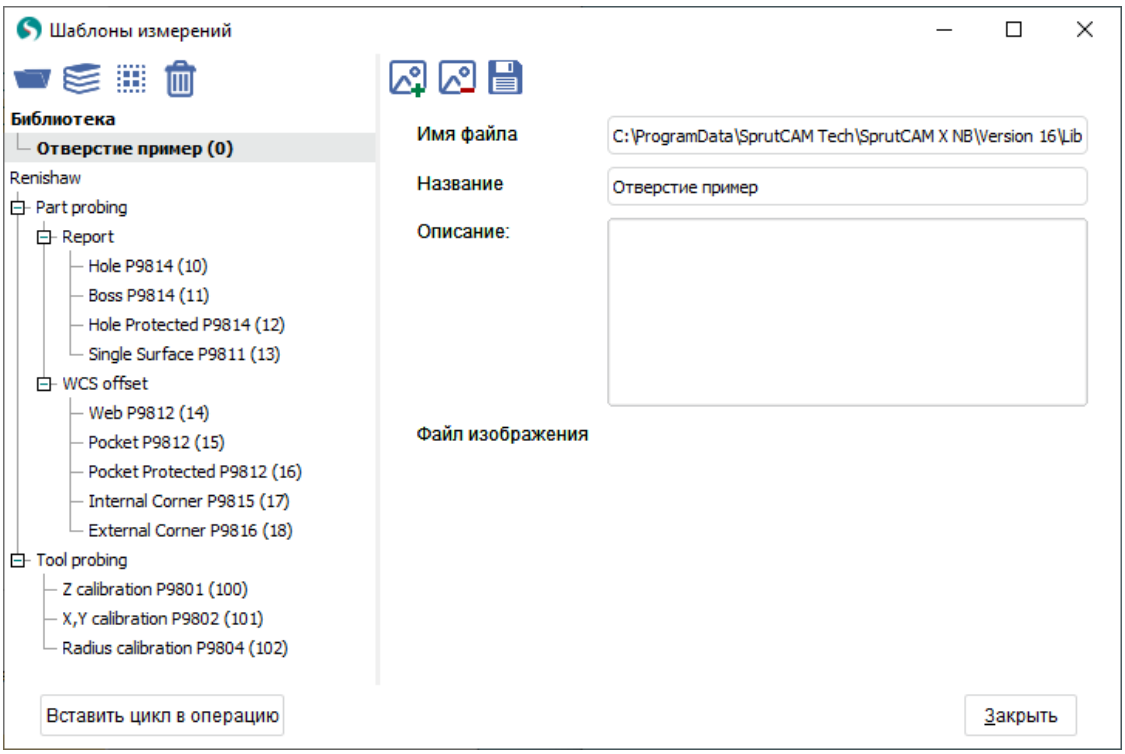
Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации постпроцессора "Цикл измерения <WProbing> - Дополнительные параметры".

После того, как шаблон цикла подготовлен, необходимо добавить его в библиотеку. Нажмите на <**Сохранить как шаблон**>.



Откроется окно <**Шаблоны измерений**>. В это окно будет добавлен новый шаблон. Если пользовательские библиотеки были созданы ранее, то шаблон будет находиться в этой библиотеке, иначе будет создана новая библиотека. Изменения в этом окне сохраняются при закрытии окна. Подробнее о работе с окном <**Шаблоны измерений**> здесь(see page 1572).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.20.2 Типы циклов измерения

Есть несколько типов измерений с геометрией:

- Одиночная поверхность(see page 1553);
- Отверстие(see page 1554)
- Отверстие с защищенной поверхностью(see page 1555);
- Бобышка(see page 1555);
- Прямоугольный карман(see page 1556);
- Прямоугольный карман с зоной защиты(see page 1557);
- Прямоугольный выступ(see page 1557);
- Выступ(see page 1558);
- Выступ (три точки)(see page 1559);
- Паз(see page 1559);
- Паз с зоной защиты(see page 1560);
- Внутренний угол (две стенки)(see page 1561);
- Наружный угол (две стенки)(see page 1561) ;
- Внутренний угол (три стенки)(see page 1562);
- Наружный угол (три стенки)(see page 1563).

Также есть дополнительные элементы работы с циклами:

- Действие в УП(see page 1563);
- Движение(see page 1564);
- Элементы для группировки: Компонент, Элемент, Группа(see page 1565) .

© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.20.2.1 Циклы с геометрией

Все циклы с геометрией имеют общие параметры:

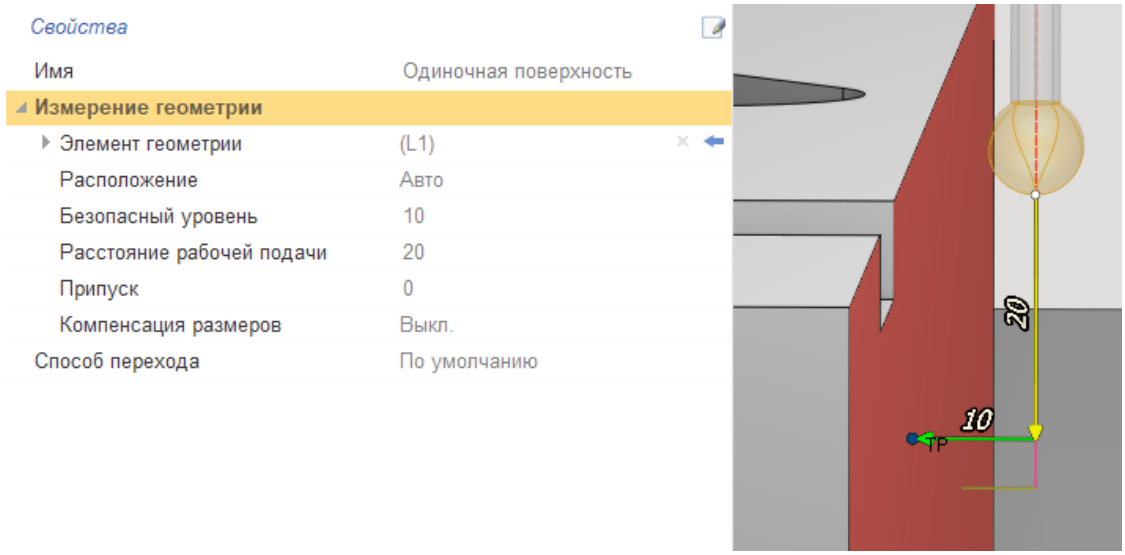
- <**Расположение**> - задание положения инструмента в цикле. После добавление цикла значение расположения инструмента будет задано <**Авто**>. Вы можете переключить на <**Вручную**> и вручную выставить расположение.
- <**Расстояние рабочей подачи**> - расстояние подхода к начальной точке цикла и возврата от последней позиции цикла;
- <**Припуск**> - дополнительный сдвиг целевой точки вдоль целевого вектора;
- <**Способ перехода**> - задание индивидуального перехода для текущего цикла. Переходы описаны здесь(see page 0).
- <**Компенсация размеров**> - сдвиг траектории с компенсацией по инструменту. Данный параметр используется в тех циклах, где компенсация инструмента возможна

Вы можете задать название выбранного цикла в поле <**Имя**>.

Замечание: есть дополнительный параметр <**Вариант цикла**> для токарных операций измерения. Данный параметр имеет два значения: <**Вкл. шпинделя**> и <**Выкл. шпинделя**>. Если выбрано < **Вкл. шпинделя** >, то шпиндель вращается после каждого подхода к точке касания. Параметр < **Вариант цикла** > отсутствует в измерении одиночная поверхность. Отверстие, отверстие с защищенной поверхностью, бобышка имеют свой параметр < **Вариант цикла** >.

Одиночная поверхность

Цикл измерения для одной одиночной поверхности.



Параметры цикла одиночная поверхность:

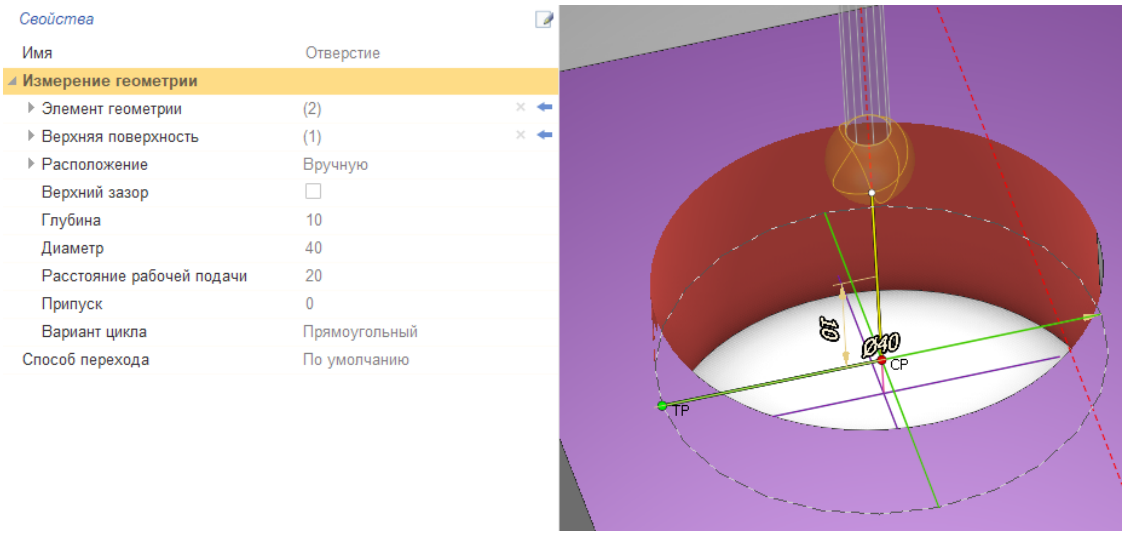
- <**Элемент геометрии**> - измерение поверхности. Вы можете редактировать вручную позицию и вектор точки. Вам необходимо раскрыть <**Элемент геометрии**> и задать значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- <**Безопасный уровень**> - дистанция между точкой подхода и точкой касания.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор "Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Одиночная поверхность" ".

© 2025 ООО СПРУТ Технология

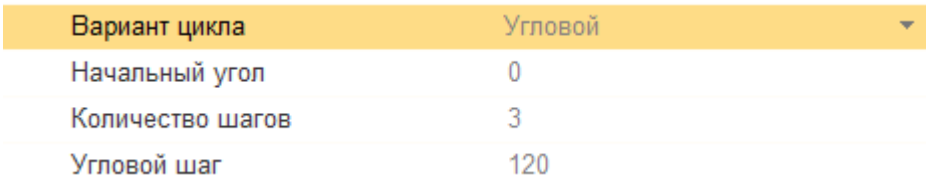
Отверстие

Цикл измерения для отверстий.



Параметры цикла отверстия:

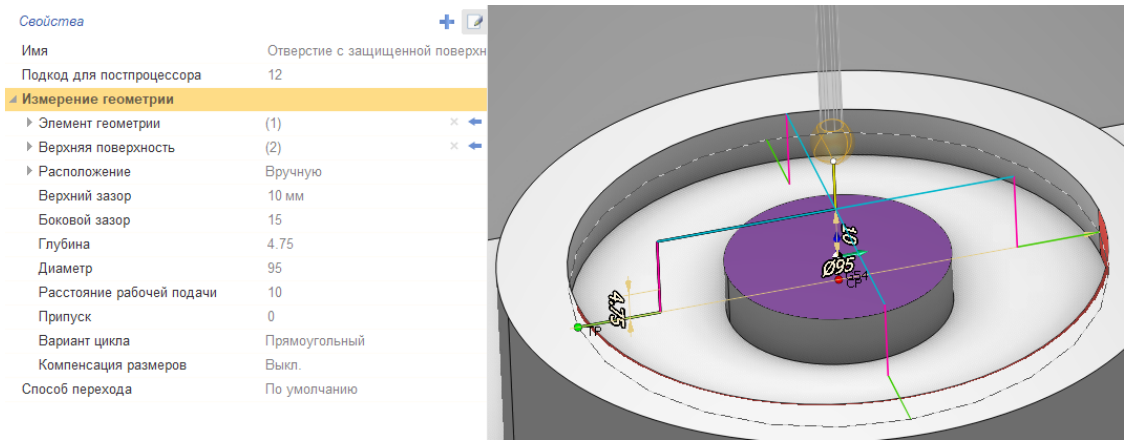
- < **Элемент геометрии** > - измеряемая поверхность отверстия. Вы можете отредактировать вручную позицию, вектор и центральную точку. Необходимо раскрыть < **Элемент геометрии** > и задать значения в соответствующие поля: < **Целевая точка** >, <**Центр. точка**>, < **Целевой вектор** >;
- **<Верхняя поверхность>** - определение верхнего уровня, от которого отсчитываем расстояние до начальной точки цикла;
- <**Верхний зазор**> - если параметр включен, то вы устанавливаете расстояние от < **Верхняя поверхность** > до начальной точки цикла. Если параметр не включен, начальная точка находится в <**Центр. точка**>;
- <**Глубина**> - расстояние от <**Верхняя поверхность**> до < **Целевая точка** > по направлению отверстия;
- <**Диаметр**> - диаметр измеряемого отверстия;
- <**Вариант цикла**> - параметр имеет два значения: <**Прямоугольный**>, <**Угловой**>.
  - < **Прямоугольный** > - режим создает 4 точки касания с углом 90 градусов. Обход точек касания реализован следующим образом: первая точка касания указывается в <**Целевая точка**>, вторая точка касания противоположна первой. Третья точка касания - это точка, повернутая на 90 градусов относительно первой. Четвертая точка противоположна третьей точке. Примечания: Шпиндель в токарной операции поворачивается перед приближением к третьей точке в ходе операции измерения;
  - < **Угловой** > имеет собственные параметры. <**Начальный угол**> позволяет повернуть <**Целевую точку**> на заданный угол. <**Угловой шаг**> — расстояние между точками касания. <**Количество шагов**> позволяет установить количество точек касания. Обход точек касания реализован следующим образом: <**Целевая точка**> является первой точкой касания, далее точки обходятся по заданному <**Угловому шагу**>. Примечания: Шпиндель в токарной операции поворачивается перед каждой точкой касания.



Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Отверстие" ".

Отверстие с защищенной поверхностью

Цикл измерения для отверстий, внутри которых есть препятствие.



Параметры цикла отверстия с защищенной поверхностью:

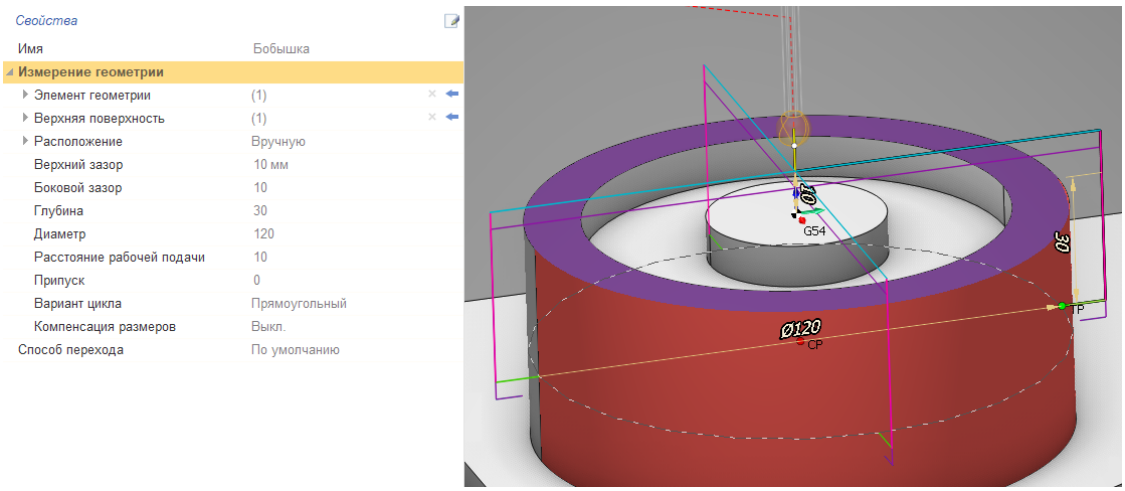
- < **Элемент геометрии** > - измеряемая поверхность отверстия, внутри которых есть препятствие. Вы можете отредактировать вручную позицию, вектор и центральную точку. Необходимо раскрыть < **Элемент геометрии** > и задать значения в соответствующие поля: < **Целевая точка** >, <**Центр. точка**>, < **Целевой вектор** >;
- **<Верхняя поверхность> -** определение верхнего уровня, от которого отсчитываем расстояние до начальной точки цикла;
- <**Верхний зазор**> - определение верхнего уровня, от которого отсчитываем расстояние до начальной точки цикла;
- < **Боковой зазор** > - дистанция между точкой подхода и точкой касания;
- < **Глубина** > - расстояние от <**Верхняя поверхность**> до < **Целевая точка** > по направлению отверстия;
- < **Диаметр** > - диаметр измеряемого отверстия;
- < **Вариант цикла** > - точно такой же, как вариант цикла(see page 1554) при измерении отверстия.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Отверстие с защищенной поверхностью" ".

Бобышка

Цикл измерения для цилиндрических бобышек.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

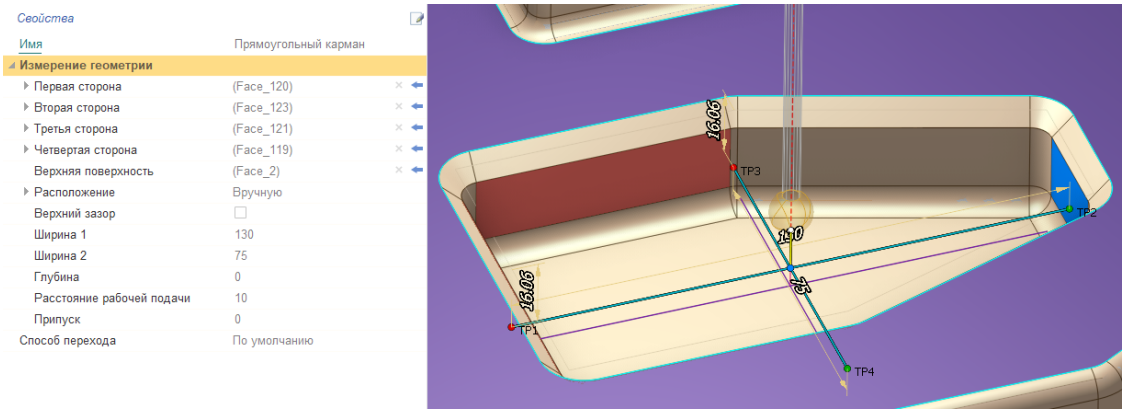


Параметры измерения бобышки такие же, как и измерение отверстия с защищенной поверхностью. Единственное отличие состоит в том, что < **Элемент геометрии** > - это бобышка, внешняя поверхность.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Бобышка" ".

Прямоугольный карман

Цикл измерения для измерения канавок и других углублений с четырех сторон.



Параметры цикла прямоугольного кармана :

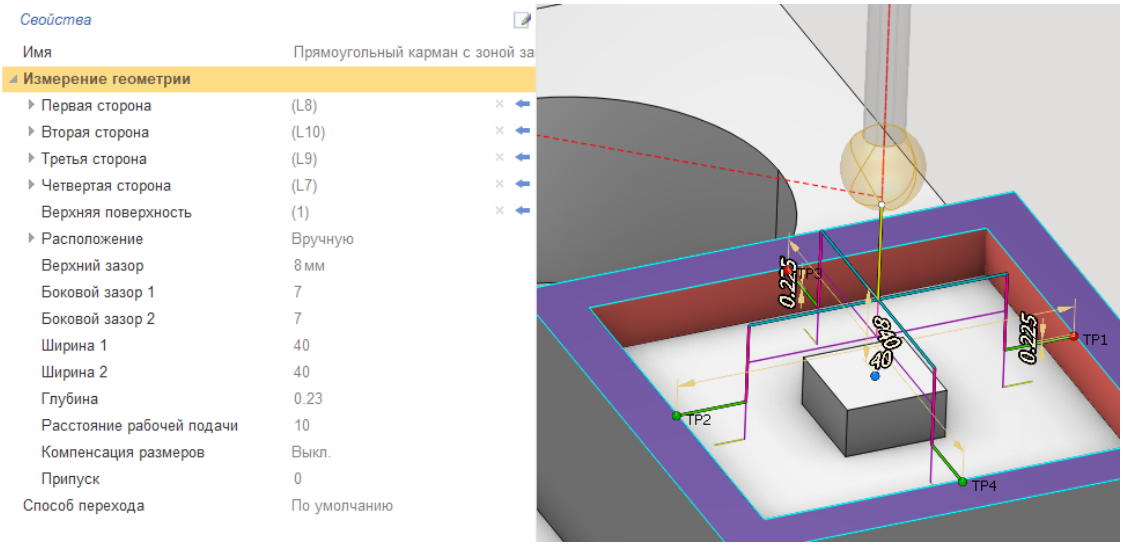
- <**Первая сторона**> - первая точка касания. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Первая сторона**> и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка 1**>, <**Целевой вектор 1**>;
- < **Вторая сторона** > - вторая точка касания напротив первой точки. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Вторая сторона** > и установить значения в соответствующих полях: < **Целевая точка 2** >, < **Целевой вектор 2** >;
- <**Третья сторона**> - третья точка касания. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Третья сторона**> и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка 1**>, <**Целевой вектор 1**>;
- < **Четвертая сторона** > - четвертая точка касания напротив третьей точки. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Четвертая сторона** > и установить значения в соответствующих полях: < **Целевая точка 2** >, < **Целевой вектор 2** >;
- <**Верхняя поверхность**> - определение верхнего уровня, от которого отсчитываем расстояние до начальной точки цикла;

- <**Верхний зазор**> - если параметр включен, то вы устанавливаете расстояние от < **Верхняя поверхность** > до начальной точки цикла. Если параметр не включен, начальная точка находится на пересечении 4 точек;
- <**Ширина 1**> - расстояние между < **Первой стороной** > и < **Второй стороной** >;
- < **Ширина 2** > - расстояние между < **Третьей стороной** > и < **Четвертой стороной** > ;
- <**Глубина**> - расстояние от < **Верхняя поверхность** > до позиции точек касания.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Прямоугольный карман" ".

Прямоугольный карман с зоной защиты

Цикл измерения для измерения канавок и других углублений с четырех сторон с препятствием внутри.



Параметры этого измерения такие же, как и у измерения прямоугольного кармана(see page 1556). Но у него есть два собственных параметра для обхода препятствий (<**Боковой зазор 1**>, <**Боковой зазор 2**>) и один параметр изменен (<**Верхний зазор**>):

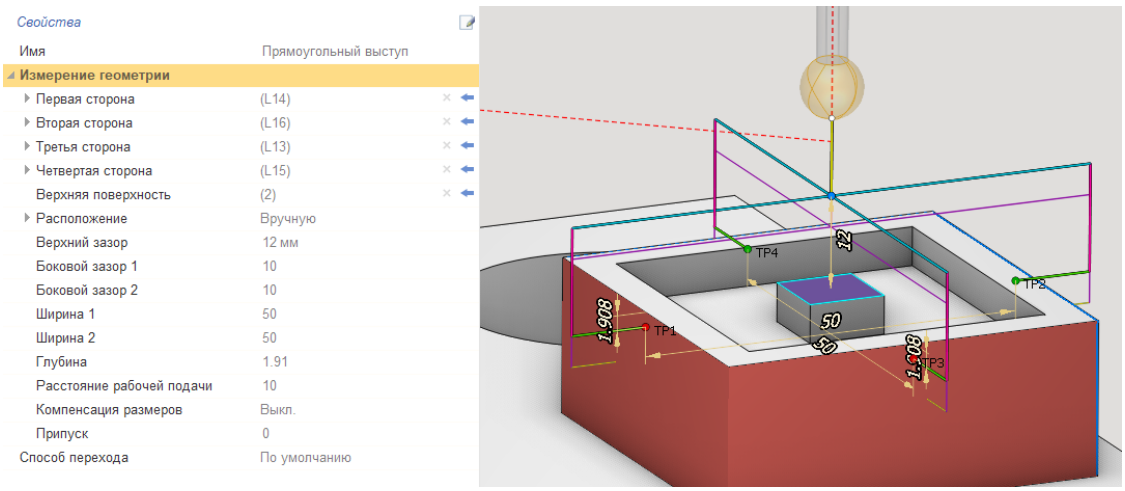
- < **Боковой зазор 1** > - расстояние между точкой подхода и < **Первой стороной** > и расстояние между точкой подхода и < **Второй стороной** >;
- < **Боковой зазор 2** > - расстояние между точкой подхода и < **Третьей стороной** > и расстояние между точкой подхода и < **Четвертой стороной** >;
- < **Верхний зазор** > - расстояние от < **Верхней поверхности** > до начальной точки цикла.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Прямоугольный карман с зоной защиты" ".

Прямоугольный выступ

Цикл измерения для измерения выступов или размеров детали с четырех сторон.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

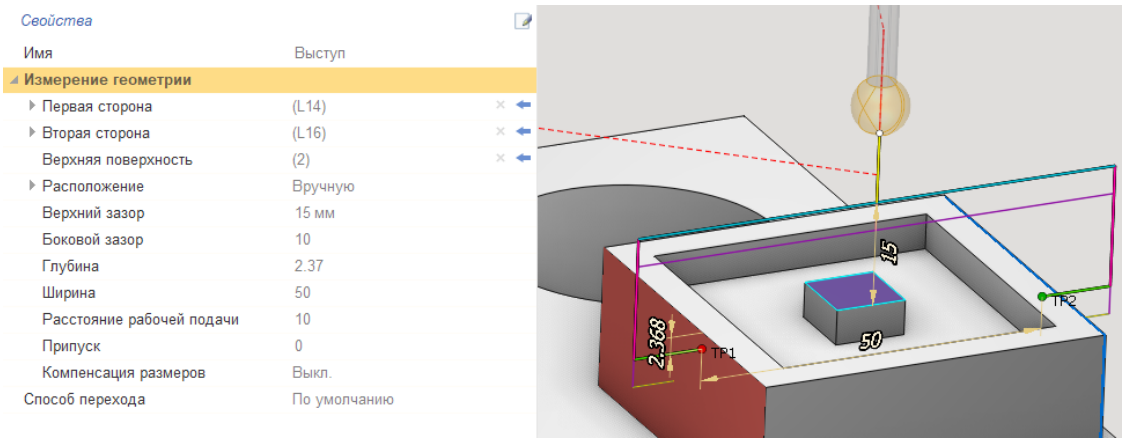


Параметры данного цикла такие же, как и у цикла измерения прямоугольного кармана с зоной защиты(see page 1557). Единственное отличие состоит в том, что стороны касания являются внешними поверхностями.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Прямоугольный выступ" ".

Выступ

Цикл измерения для измерения выступов или размеров детали с двух сторон.



Параметры цикла выступ:

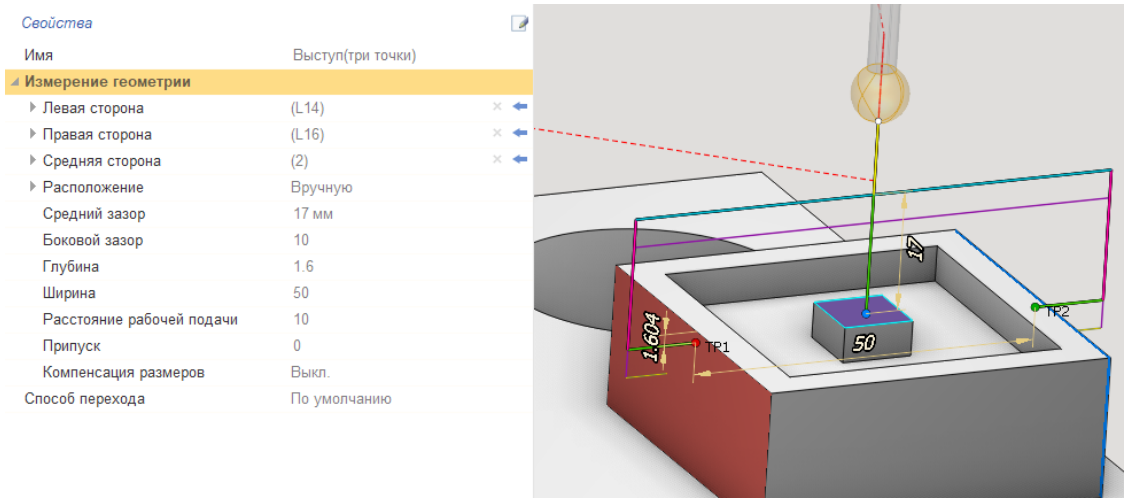
- <**Первая сторона**> - первая точка касания. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Первая сторона**> и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка 1**>, <**Целевой вектор 1**>;
- < **Вторая сторона** > - вторая точка касания напротив первой точки. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Вторая сторона** > и установить значения в соответствующих полях: < **Целевая точка 2** >, < **Целевой вектор 2** >;
- < **Верхняя поверхность** > - определение верхнего уровня, от которого отсчитываем расстояние до начальной точки цикла;
- < **Верхний зазор** > - расстояние от < **Верхней поверхности** > до начальной точки цикла.
- < **Боковой зазор** > - расстояние между точкой подхода и < **Первой стороной** > и расстояние между точкой подхода и < **Второй стороной** >;
- < **Глубина** > - расстояние от < **Верхняя поверхность** > до позиции точек касания;

- < **Ширина** > - расстояние между < **Первой стороной** > и < **Второй стороной** >.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Выступ" ".

Выступ (Три точки)

Цикл измерения для измерения выступов или размеров детали с трех сторон. Третья сторона находится между первой и второй.



Параметры цикла выступ (три точки):

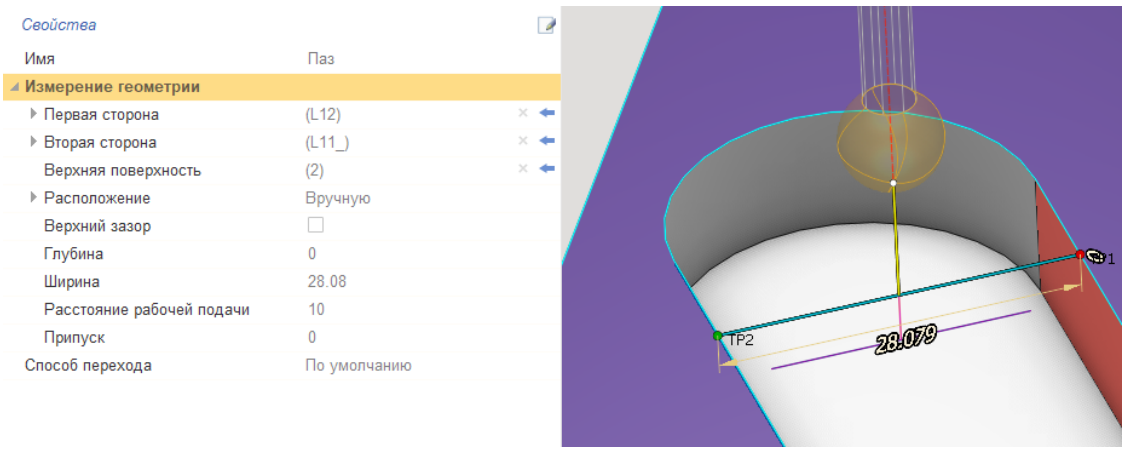
- <**Левая сторона**> - первая точка касания. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Левая сторона**> и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка 1**>, <**Целевой вектор 1**>;
- <**Правая сторона**> - вторая точка касания напротив первой точки. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Правая сторона** > и установить значения в соответствующих полях: < **Целевая точка 2** >, < **Целевой вектор 2** >;
- <**Средняя сторона**> - третья точка между первой и второй. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Средняя сторона** > и установить значения в соответствующих полях: < **Целевая точка 3** >, < **Целевой вектор 3** >;
- <**Средний зазор**> - дистанция между точкой подхода и < **Средней стороной** >;
- <**Боковой зазор**> - расстояние между точкой подхода и <**Левой стороной** > и расстояние между точкой подхода и <**Правой стороной** >;
- < **Глубина** > - расстояние от <**Средняя поверхность** > до позиции точек касания;
- < **Ширина** > - расстояние между <**Левой стороной** > и <**Правой стороной** >.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Выступ (три точки) " ".

Паз

Цикл измерения для измерения канавок и других углублений с двух сторон.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



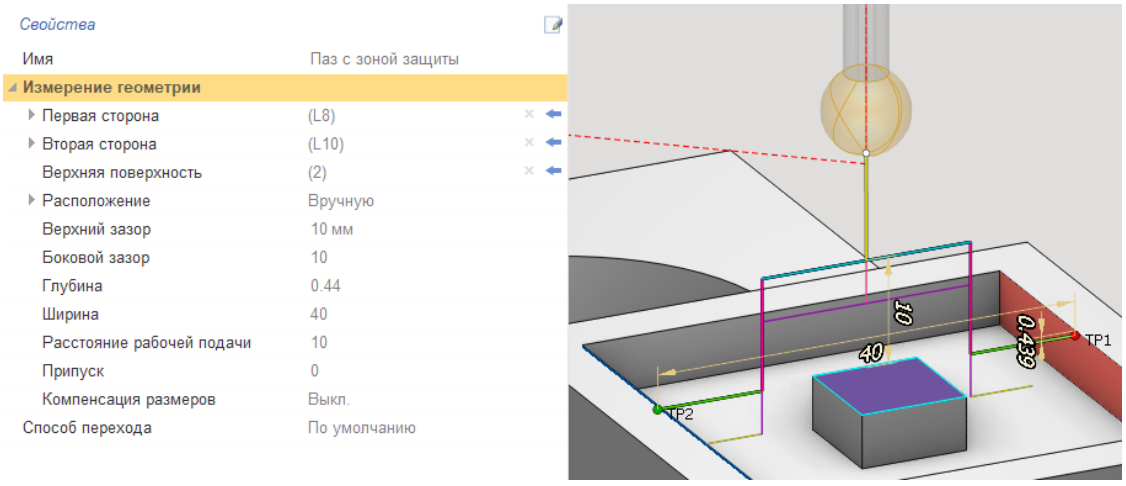
Параметры цикла паз:

- <**Первая сторона**> - первая точка касания. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Первая сторона**> и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка 1**>, <**Целевой вектор 1**>;
- < **Вторая сторона** > - вторая точка касания напротив первой точки. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Вторая сторона** > и установить значения в соответствующих полях: < **Целевая точка 2** >, < **Целевой вектор 2** >;
- <**Верхняя поверхность**> - определение верхнего уровня, от которого отсчитываем расстояние до начальной точки цикла;
- <**Верхний зазор**> - если параметр включен, то вы устанавливаете расстояние от < **Верхняя поверхность** > до начальной точки цикла. Если параметр не включен, начальная точка находится на пересечении 4 точек;
- < **Глубина** > - расстояние от < **Верхняя поверхность** > до позиции точек касания.
- <**Ширина**> - расстояние между < **Первой стороной** > и < **Второй стороной** >.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Паз" ".

Паз с зоной защиты

Цикл измерения для измерения канавок и других углублений с двух сторон с препятствием внутри.



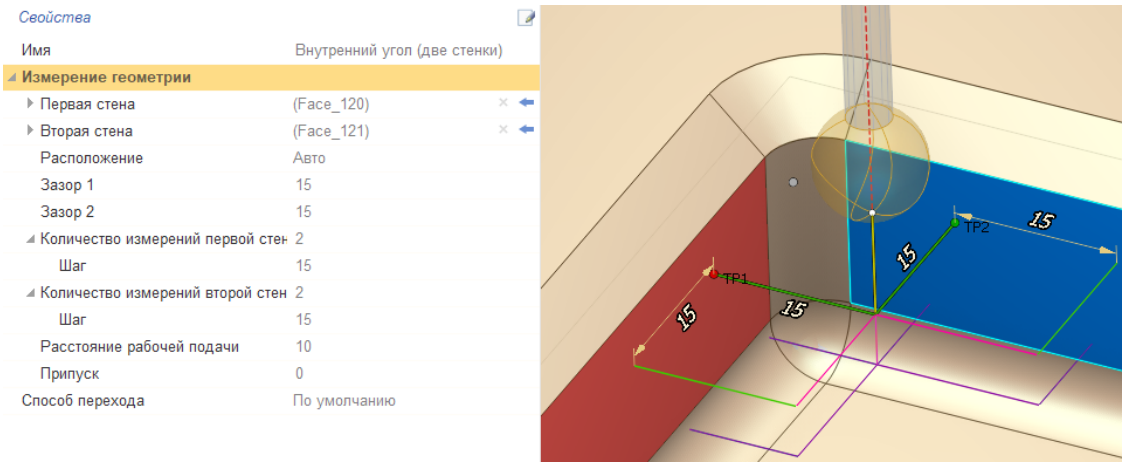
Параметры данного цикла такие же, как и у цикла паз(see page 1559). Но у него есть свои параметры для обхода препятствий (<**Боковой зазор**>) и один параметр изменен (<**Верхний зазор**>):

- < **Боковой зазор** > - расстояние между точкой подхода и < **Первой стороной** > и расстояние между точкой подхода и < **Второй стороной** >;
- < **Верхний зазор** > - расстояние от < **Верхней поверхности** > до начальной точки цикла.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Паз с зоной защиты" ".

Внутренний угол (две стенки)

Цикл измерения для измерения внутреннего угла между двумя поверхностями.



Параметры цикла внутренний угол (две стенки):

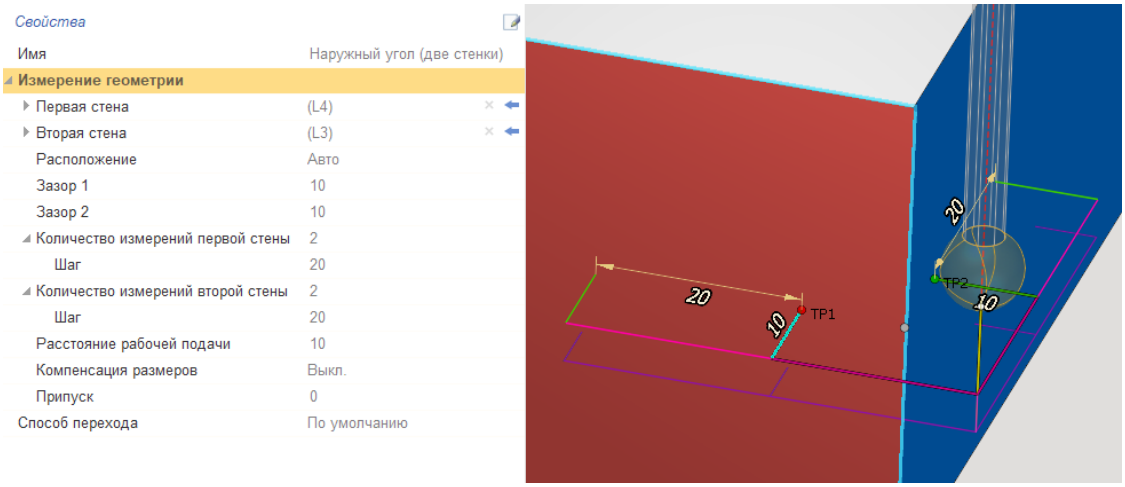
- <**Первая стена**> - точка касания на первой стене. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Первая стена** > и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- < **Вторая стена** > - точка касания на второй стене. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Вторая стена** > и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- < **Боковой зазор 1** > - расстояние между точкой подхода и < **Первой стеной** >;
- < **Боковой зазор 2** > - расстояние между точкой подхода и < **Второй стеной** >;
- <**Количество измерений первой стены**> - количество точек касания на первой стене. Если количество больше единицы, вы можете установить <**Шаг**>. <**Шаг**> - расстояние между точками касания на первой стене;
- < **Количество измерений второй стены** > - количество точек касания на второй стене. Если количество больше единицы, вы можете установить <**Шаг**>. <**Шаг**> - расстояние между точками касания на второй стене.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Внутренний угол (две стенки)" ".

Наружный угол (две стенки)

Цикл измерения для измерения внешнего угла между двумя поверхностями.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

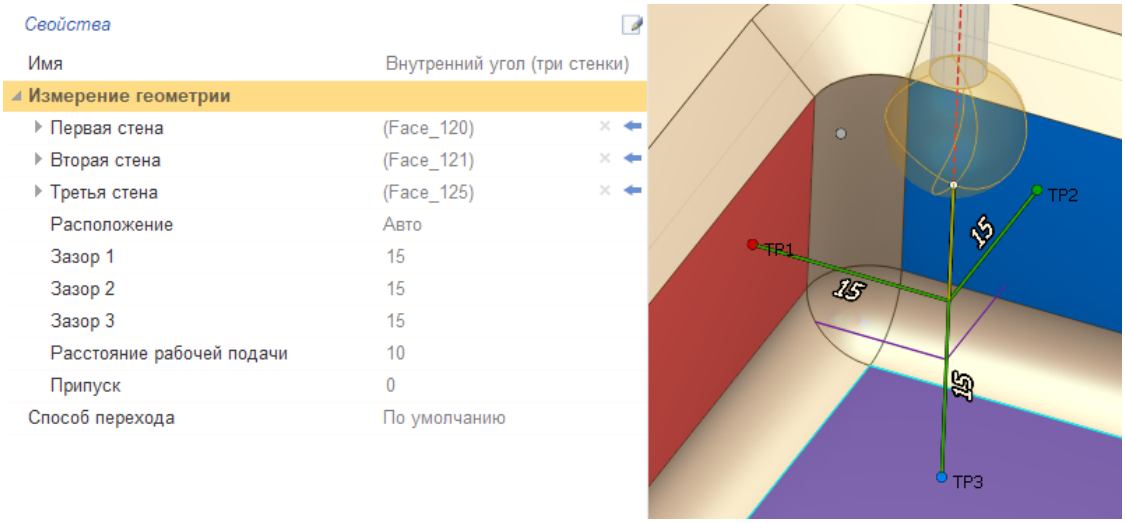


Параметры данного цикла такие же, как и у цикла внутренний угол (две стенки)(see page 1561). Разница лишь в том, что стены касания являются внешними поверхностями.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Наружный угол (две стенки)" ".

Внутренний угол (три стенки)

Цикл измерения для измерения внутреннего угла между тремя поверхностями.



Параметры цикла внутренний угол (три стенки) :

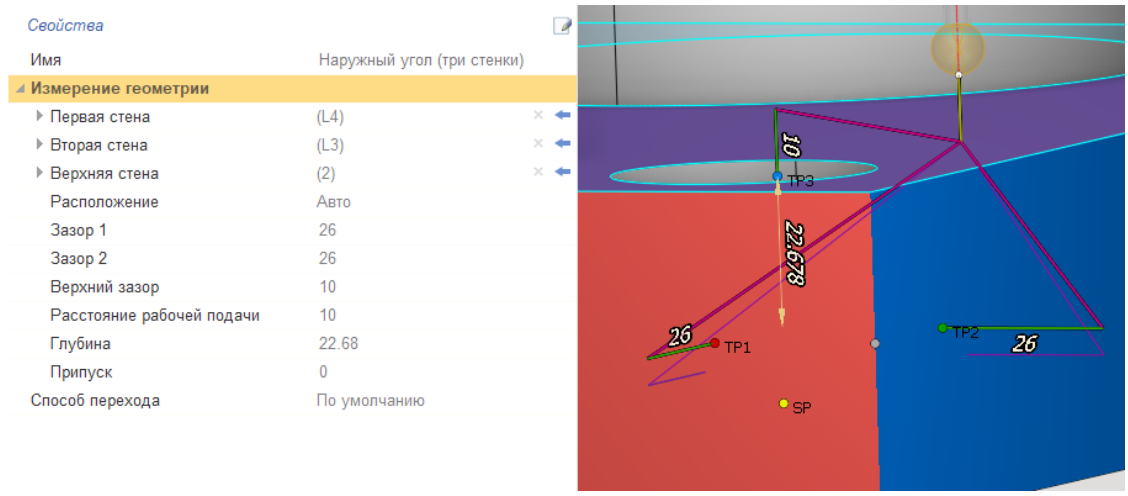
- <**Первая стена**> - точка касания на первой стене. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Первая стена** > и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- < **Вторая стена** > - точка касания на второй стене. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Вторая стена** > и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- < **Третья стена** > - точка касания на третьей стене. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Третья стена** > и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- <**Зазор 1**> - расстояние между точкой подхода и < **Первой стеной** >;
- < **Зазор 2** > - расстояние между точкой подхода и < **Второй стеной** >;

- < **Зазор 3** > - расстояние между точкой подхода и <**Третьей стеной** >.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Внутренний угол (три стенки)" ".

Наружный угол (три стенки)

Цикл измерения для измерения внешнего угла между тремя поверхностями.



Параметры цикла наружный угол (три стенки) :

- <**Первая стена**> - точка касания на первой стене. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Первая стена** > и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- < **Вторая стена** > - точка касания на второй стене. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть <**Вторая стена** > и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- <**Верхняя стена** > - точка касания на верхней стене. Вы можете редактировать положение и вектор точки вручную. Необходимо развернуть < **Верхняя стена** > и установить значения в соответствующих полях: <**Целевая точка**>, <**Целевой вектор**>;
- <**Зазор 1**> - расстояние между точкой подхода и < **Первой стеной** >;
- < **Зазор 2** > - расстояние между точкой подхода и < **Второй стеной** >;
- <**Верхний зазор**> - расстояние между точкой подхода и < **Верхней стеной** >;
- <**Глубина**> - дистанция от <**Верхней стены** > до точки касания на первой и второй стене.

Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Параметры цикла "Наружный угол (три стенки)" ".

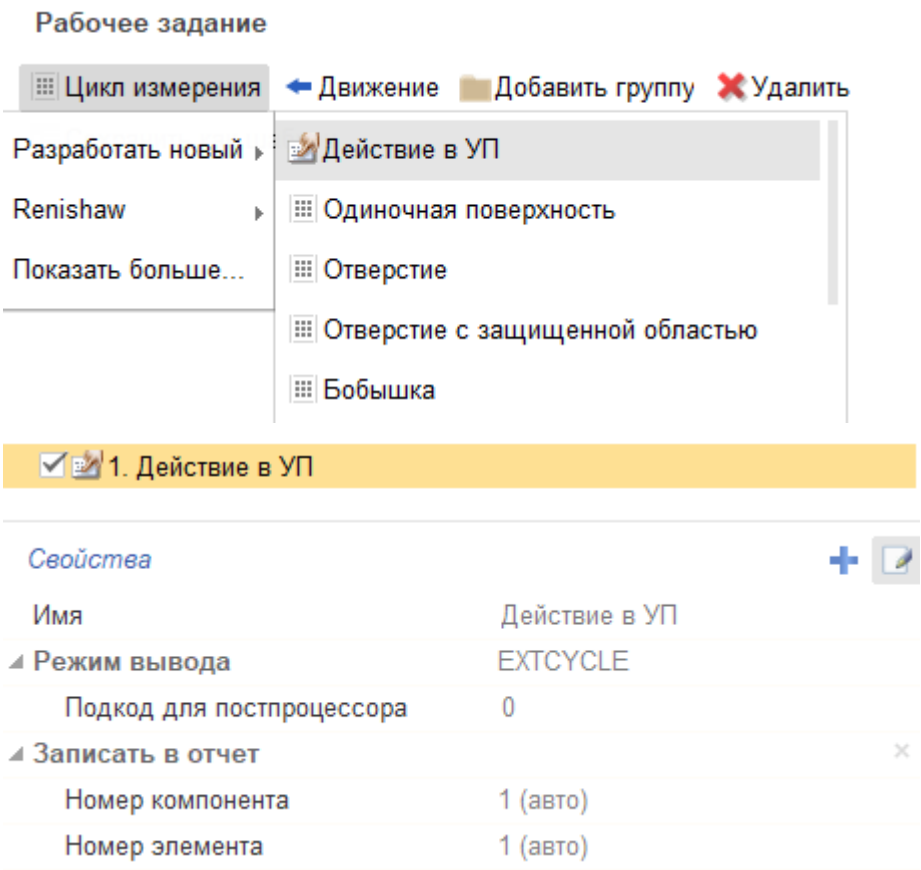
5.20.2.2 Дополнительные элементы

Действие в УП

Определенная подпрограмма может быть вызвана после нескольких последовательных циклов измерения. Она выполняет дополнительные действия или расчеты на основе только что выполненных измерений. Это может быть: вычисление средних величин, отклонений, точек пересечений между несколькими поверхностями, запись этих величин в какие-то переменные стойки.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

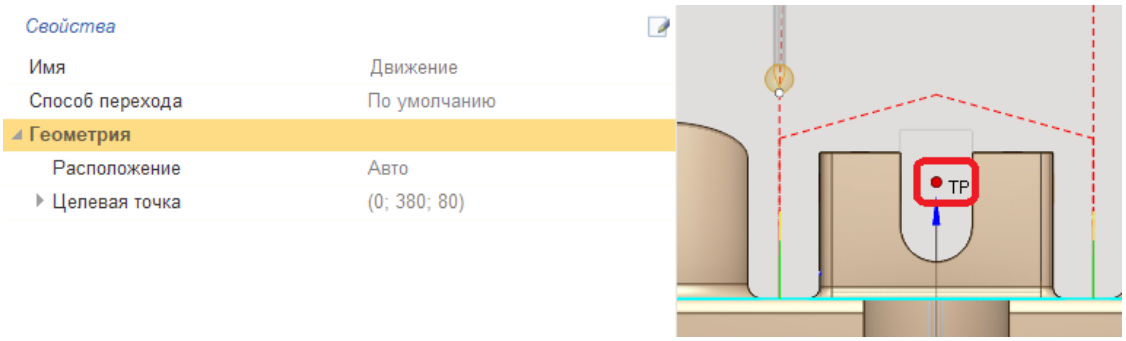
Он не генерирует никаких перемещений инструментов-деталей. Однако он может содержать параметры, которые нужно либо напрямую вывести в УП посредством команды Insert, либо в виде цикла с массивом числовых параметров. Через механизм настраиваемых свойств можно добавлять туда любые параметры. На основе данных строк и параметров в постпроцессоре можно будет формировать нужные вызовы подпрограмм и дополнительных действий. Примечания: чтобы добавить пользовательские свойства, необходимо включить режим <**Показывать инструменты эксперта**>. <**Действие в УП** > находится в <**Цикл измерения**> - <**Разработать новый**>.



Коды доступа к параметрам в CLData описаны в документации на постпроцессор " Цикл измерения <WProbing> - Дополнительные параметры".

Движение

Элемент для дополнительного движения, например, для обхода препятствий. Необходимо задать <**Целевая точка**>, через которую будет создаваться дополнительное движение.



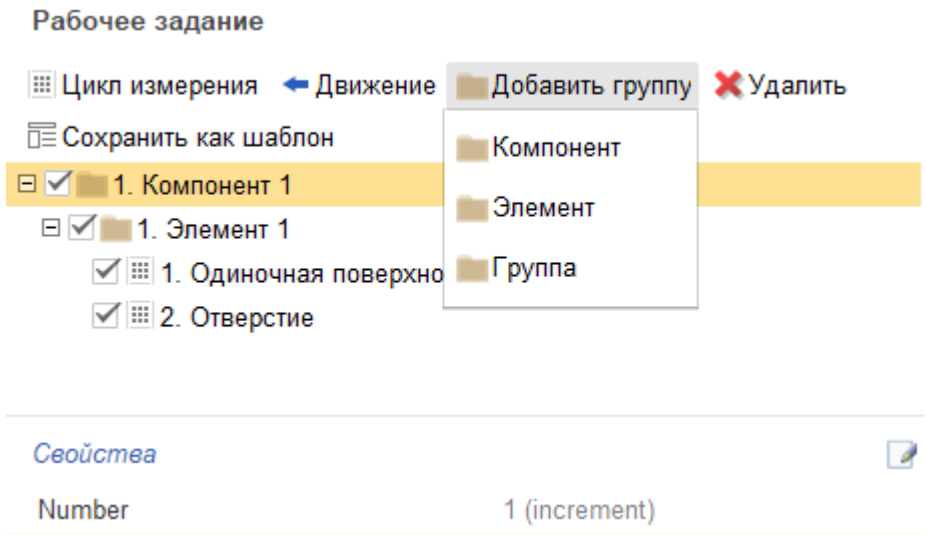
Элементы для группировки

Комплексные измерительные циклы по обмеру сложных деталей обычно выполняются не изолированно, а несколько последовательно идущих измерений связаны друг с другом. Например, выполняется несколько измерений, а затем на основе них вычисляется суммарный результат и записывается в отчет под определенным номером, точнее даже несколькими номерами, которые соответствуют уровню иерархии измеряемого элемента.

Есть три типа группировки:

- <**Группа**> - общая группировка;
- <**Компонент**> - деталь, которую надо измерить;
- <**Элемент**> - отдельный элемент или поверхность, которую надо измерить.

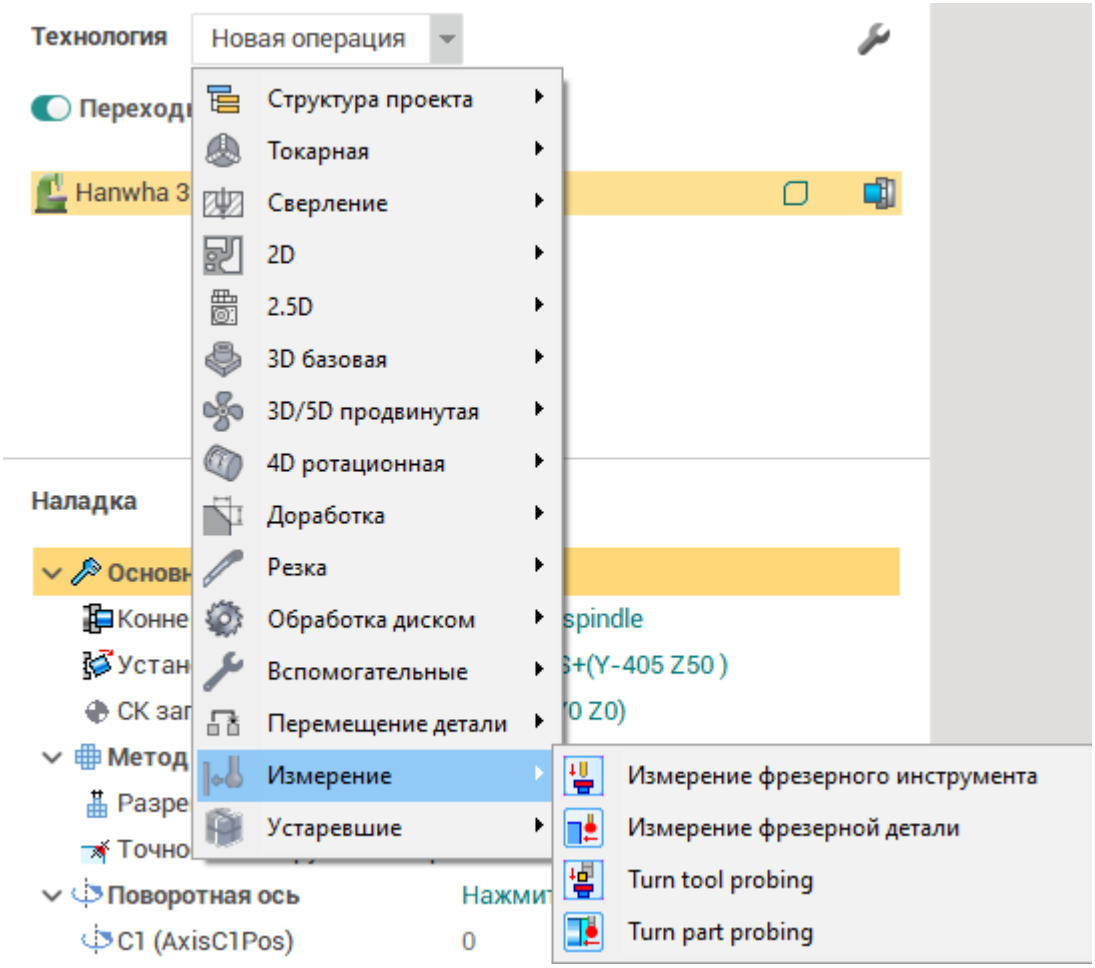
Уровнем ниже идут непосредственно измерения циклов. В свойствах групп можно задать номер вручную, но по умолчанию он автоматически увеличивается относительно предыдущего значения внутри группы соответствующего типа. Тип и номер группы определяют ее название.



5.20.3 Использование подготовленных циклов измерения

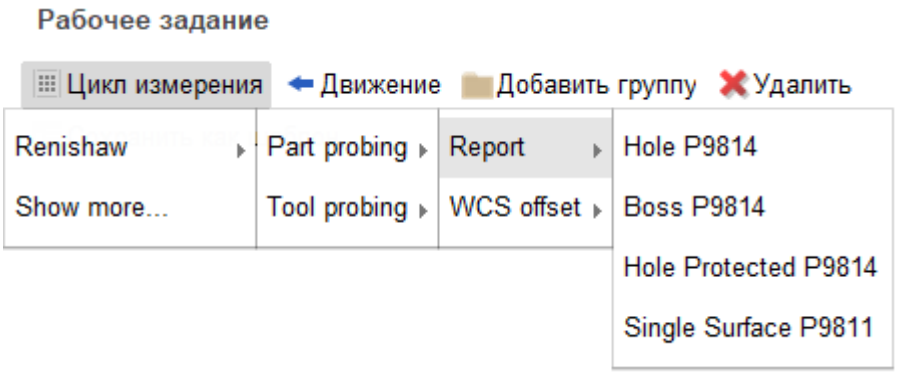
Вам необходимо создать одну из доступных операций для начала работы с циклами измерения. Операции измерения располагаются в группе операций <**Измерение**>. Операция <**Измерение фрезерной детали**> и <**Измерение фрезерного инструмента**> доступны для фрезерных станков и роботов. Операции <**Измерение токарной детали**> и <**Измерение токарного инструмента**> доступны для токарных станков. Все четыре операции можно использовать, когда используется токарно-фрезерный станок.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.20.3.1 Измерение детали

Добавьте операцию измерения детали из списка и переключитесь на вкладку <**Рабочее задание**> и добавьте один из существующих циклов. Нажмите <**Цикл измерения**> и появится контекстное меню. Кнопка <**Показать больше**> позволит открыть окно <**Шаблоны измерений**>, в котором есть библиотеки с готовыми для работы циклами с собственными параметрами. Также эти библиотеки находятся в контекстном меню кнопки <**Цикл измерения**>.

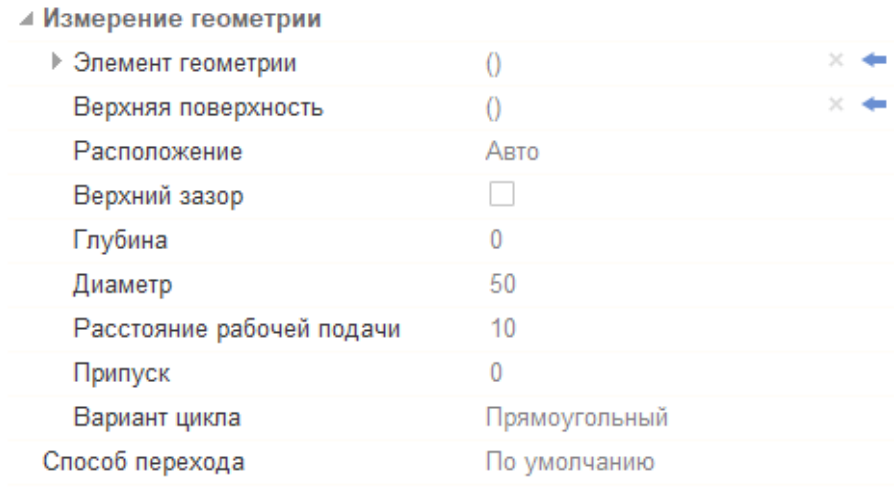


Пример работы с циклами представлен на основе цикла <**Отверстие**>.

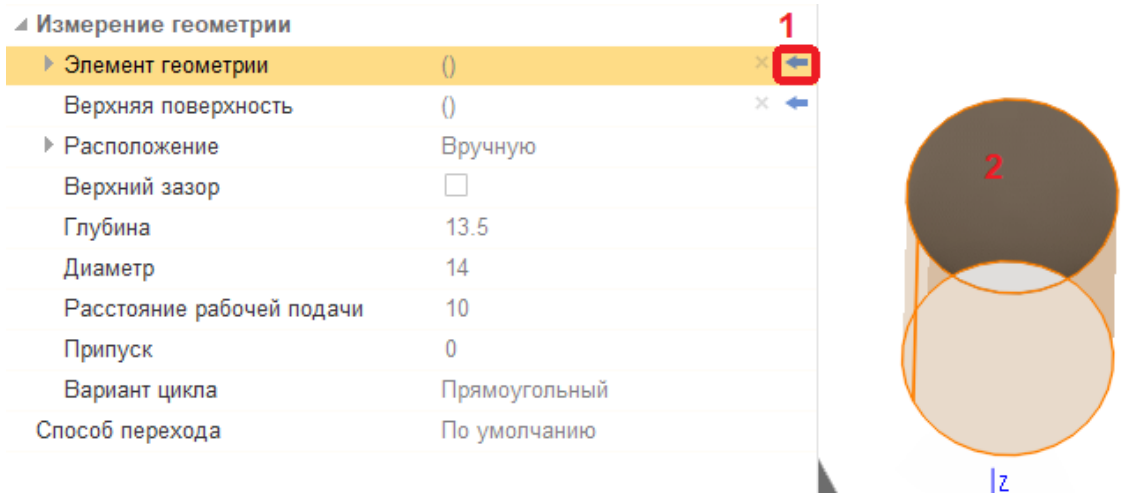
Добавляем новый цикл <**Hole P9814**> из стандартной библиотеки **<Renishaw>,** группы <**Report**>.

Свойства добавленного цикла появятся внизу <**Рабочего задания**>.

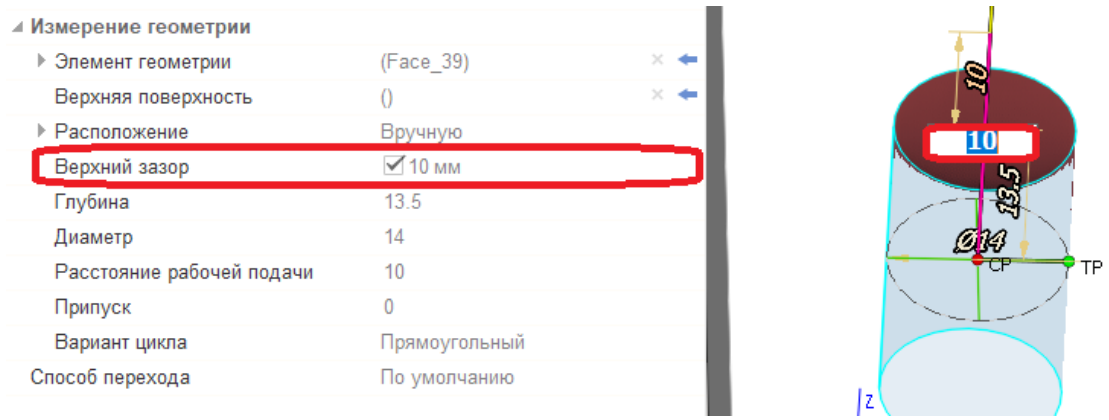
Используйте секцию <**Измерение геометрии**> для задания параметров расчета цикла.



Нажмите на стрелку справой стороны поля и выберите поверхность в графическом окне, чтобы добавить <**Элемент геометрии**> и <**Верхнюю поверхность**>. Выбранная поверхность автоматически добавится в соответствующее поле.



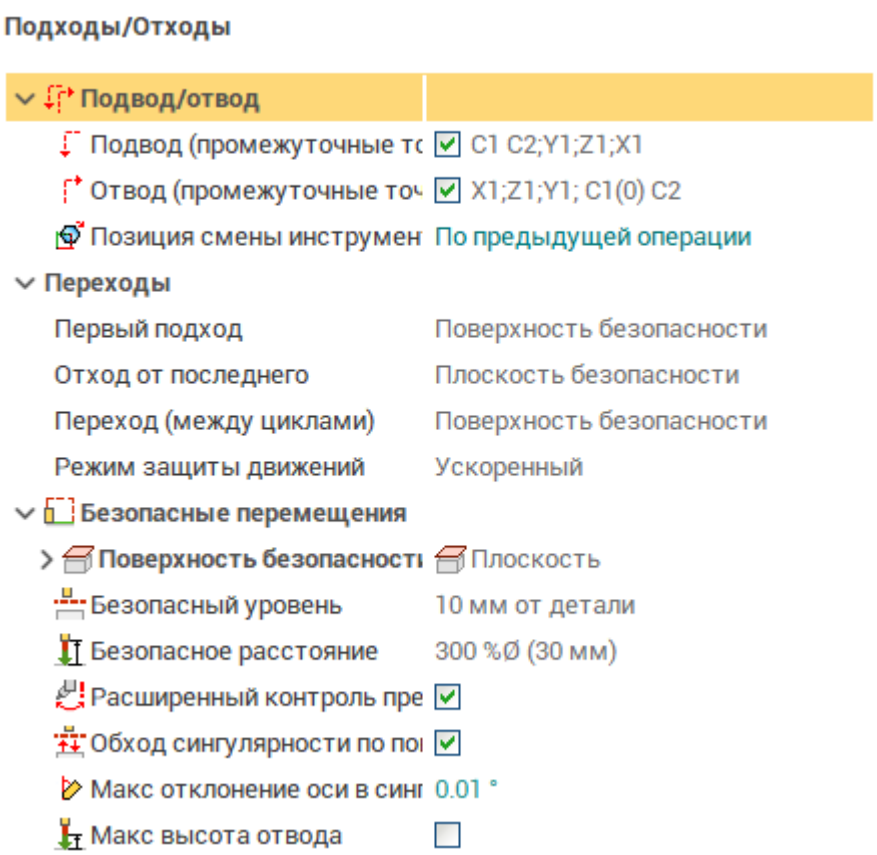
Остальные параметры вводятся вручную в соответствующем поле. Некоторые параметры можно задать в инспекторе и в графическом окне.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

5.20.3.2 Переходы

Перейдите на вкладку <**Переходы**>, чтобы задать параметры для переходов между циклами.



В дополнение к стандартным параметрам на данной вкладке есть новые для операций измерения:

- <**Первый подход**> - создание подхода к началу первого цикла операции;
- <**Отход от последнего**> - создание отхода от последнего цикла в операции;
- <**Переход (между циклами)**> - создание переходов между циклами операции;
- <**Безопасное расстояние**> - задание расстояние для подхода и отхода от цикла. Есть два варианта значения: мм и процент от диаметра инструмента.

Есть три общих значения для переходов:

- <**Напрямую**> - переход создается напрямую;
- <**Безопасное расстояние**> - переход создается отходом на дистанцию указанную в поле <**Безопасное расстояние**>;
- <**Поверхность безопасности**> - переход создается отходом на поверхность безопасности.

Есть дополнительное значение для поля <**Переход (между циклами)**>: <**Ортогональный**> - если начальная и конечная точка перехода находятся на одном уровне по Z, то переход будет проходить напрямую. Если начальная точка ниже, то сначала под перемещение идёт до уровня конечной точки , а затем перемещение происходит напрямую. Если конечная точка ниже, то перемещение идет напрямую в точку приподнятую над конечной точкой до уровня начальной, затем переход производится напрямую.

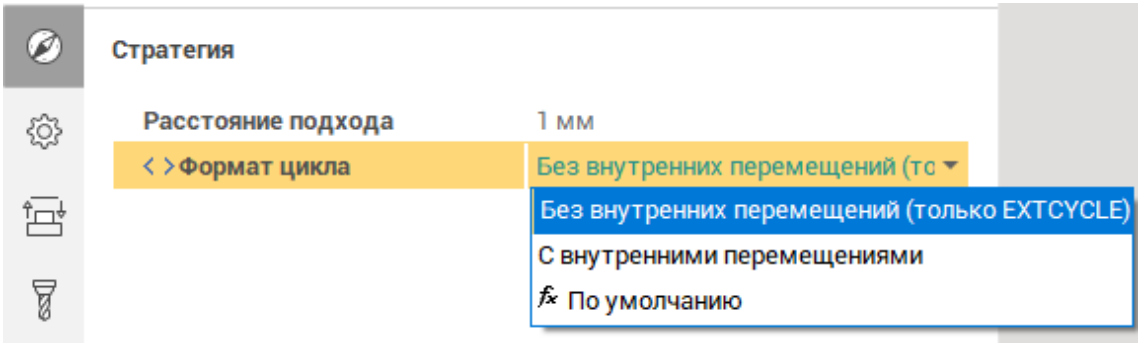
Вы можете выбрать подачу для переходов (<**Режим защиты движений**>):

- <**Ускоренный**> - перемещение на ускоренной подаче;

- <**Незащищенный**> - переход на подаче длинного перехода;
- <**Защищенный**> - переход на подаче короткого перехода.

Формат цикла

Вы можете выбрать вариант вывода циклов в CLData. Для этого перейдите на вкладку <**Стратегия**>.



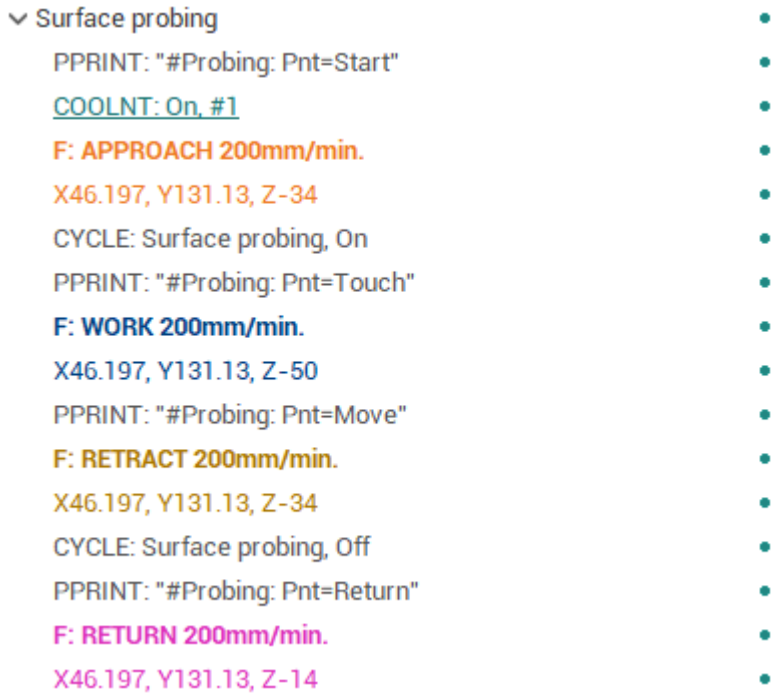
<**Формат цикла**> имеет два значения:

- <**Без внутренних перемещений (только EXTCYCLE)**> - перемещения цикла выводятся в отдельную команду <**EXTCYCLE**> с подвызовом.

```
Surface probing
    PPRINT: "#Probing: Pnt=Start"
    COOLNT: On, #1
    F: APPROACH 200mm/min.
    X46.197, Y131.13, Z-34
    CYCLE: Surface probing
        CALLSUB #1000000, CycleSimulation
            PPRINT: "#Probing: Pnt=Start"
            MultiGOTO: X46.197, Y131.13, Z-34, A0, C0
            PPRINT: "#Probing: Pnt=Touch"
            COOLNT: On, #1
            F: WORK 200mm/min.
            X46.197, Y131.13, Z-50
            PPRINT: "#Probing: Pnt=Move"
            F: RETRACT 200mm/min.
            X46.197, Y131.13, Z-34
    PPRINT: "#Probing: Pnt=Return"
    F: RETURN 200mm/min.
    X46.197, Y131.13, Z-14
```


© 2025 ООО СПРУТ Технология

- <**С внутренними перемещения**> - перемещения цикла выводятся без отдельной команды <**EXTCYCLE**>.

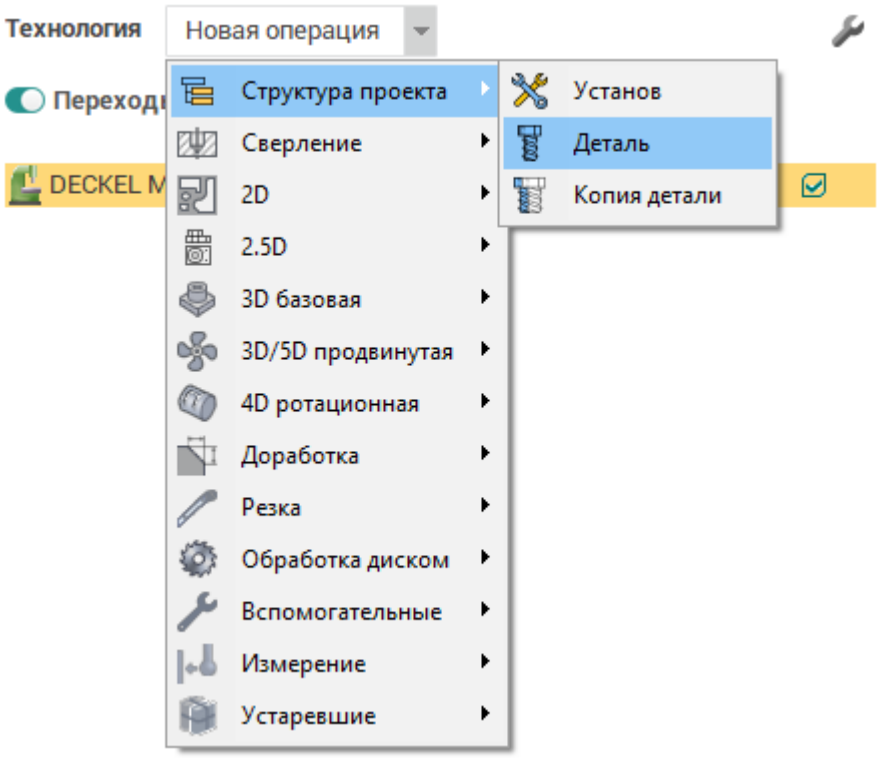


5.20.3.3 Измерение инструмента

Задание параметров и переходов циклов для измерения инструмента точно такое же как и у измерения детали.

Щупом может быть не только инструмент, но и деталь, которая устанавливается в специальном месте на столе. Инструмент обычно измеряют для его первоначальной калибровки или для проверки его целостности.

Вам необходимо добавить группу <**Деталь**> для корректной работы.

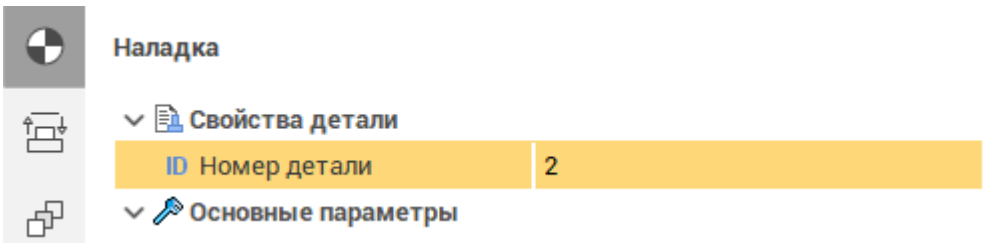


Для каждого инструмента в этой группе необходимо создать отдельные операции измерения.



Вам нужно переключиться на вкладку <**Наладка**> и задать <**Номер детали**>. <**Номер детали**> может быть использован в качестве идентификатора щупа.

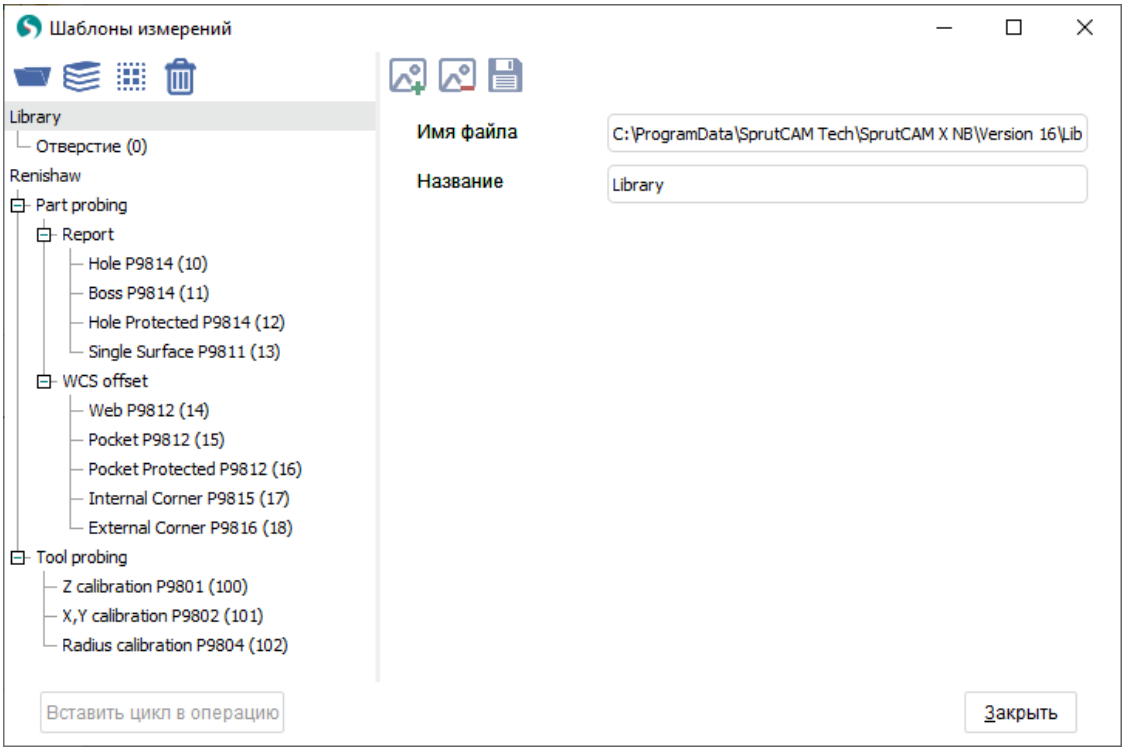
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Пример создания и работы с измерением инструмента можно найти в дистрибутивном проекте "Tool probing" в папке "Probing".

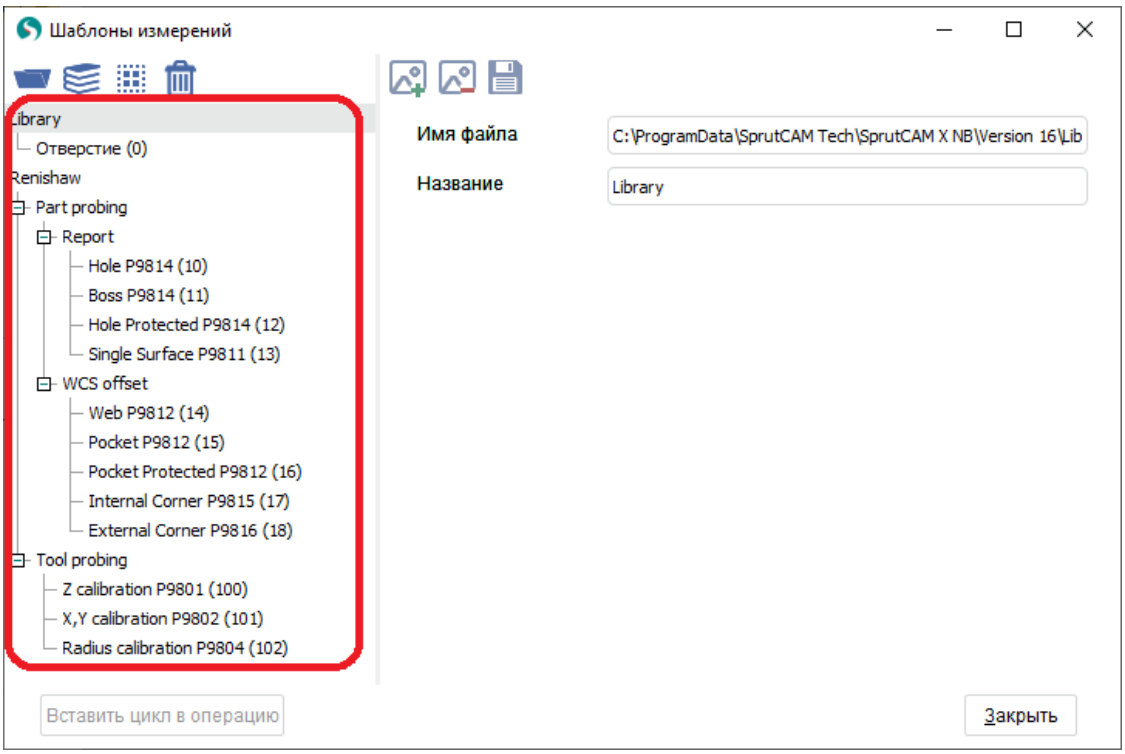
5.20.4 Окно шаблонов измерений

В окне отображаются библиотеки с готовыми к расчету циклами(see page 1548). Здесь можно добавить описание к циклам, указать отображаемое имя цикла в окне, распределить их по группам и добавить в нужную библиотеку. Каждая библиотека сохраняется локально и по умолчанию хранится в папке библиотек по умолчанию ($(Libraries_FOLDER)) в подпапке «ProbingCycles».



5.20.4.1 Дерево библиотек

В левой части окна находится дерево со списком библиотек и шаблонов циклов. Здесь отображаются все ранее созданные библиотеки и библиотеки из папок <**Examples**> и <**Suppliers**>. Если папки <**Suppliers**> не существует, то ее можно создать по следующему пути: папка библиотек по умолчанию ($(Libraries_FOLDER)) в подпапке "ProbingCycles".



Библиотеки отсортированы следующим образом: первыми идут пользовательские библиотеки, затем библиотеки из папок <**Examples**> и <**Suppliers**>.

Элементы перемещаются с помощью drag'n'drop. Вы можете перемещать следующим образом:

- Библиотеки перемещаются между собой на одном уровне;
- Группы перемещаются между собой на одном уровне, из одной библиотеки в другую, а также из одной группы в другую;
- Шаблоны циклов перемещаются между группами на одном уровне, из одной библиотеки в другую, а также из одной группы в другую;
- Запрещено перемещать элементы в библиотеки <**Examples**> и <**Suppliers**>.

Окно также может отображать <**Подкод для постпроцессора**(see page 1548)> каждого шаблона, которое отображается в скобках после имени шаблона. Для отображения необходимо включить режим <**Показывать инструменты эксперта**>. Как это сделать, описано здесь(see page 1548).

Когда вы выделите элемент в дереве, его параметры(see page 1574) отобразятся в правой части окна, которые можно редактировать.

5.20.4.2 Элементы управления



Панель управления элементами дерева находится в левой верхней части окна. Есть 4 кнопки управления:

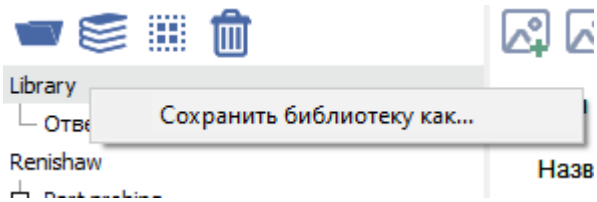
1. <**Открыть библиотеку**> - кнопка добавления существующих локальных библиотек. После нажатия откроется диалоговое окно с выбором расположения существующей библиотеки;

© 2025 ООО СПРУТ Технология

2. <**Создать новую библиотеку**> - кнопка создания новой библиотеки на компьютере и добавление её в окно шаблонов. После нажатия откроется диалоговое окно с выбором расположения новой библиотеки;
3. <**Новая группа**> - кнопка создания группы для сортировки и объединения шаблонов. Группу можно создать внутри библиотеки или внутри другой группы;
4. <**Удалить**> - кнопка удаления элемента в окне.

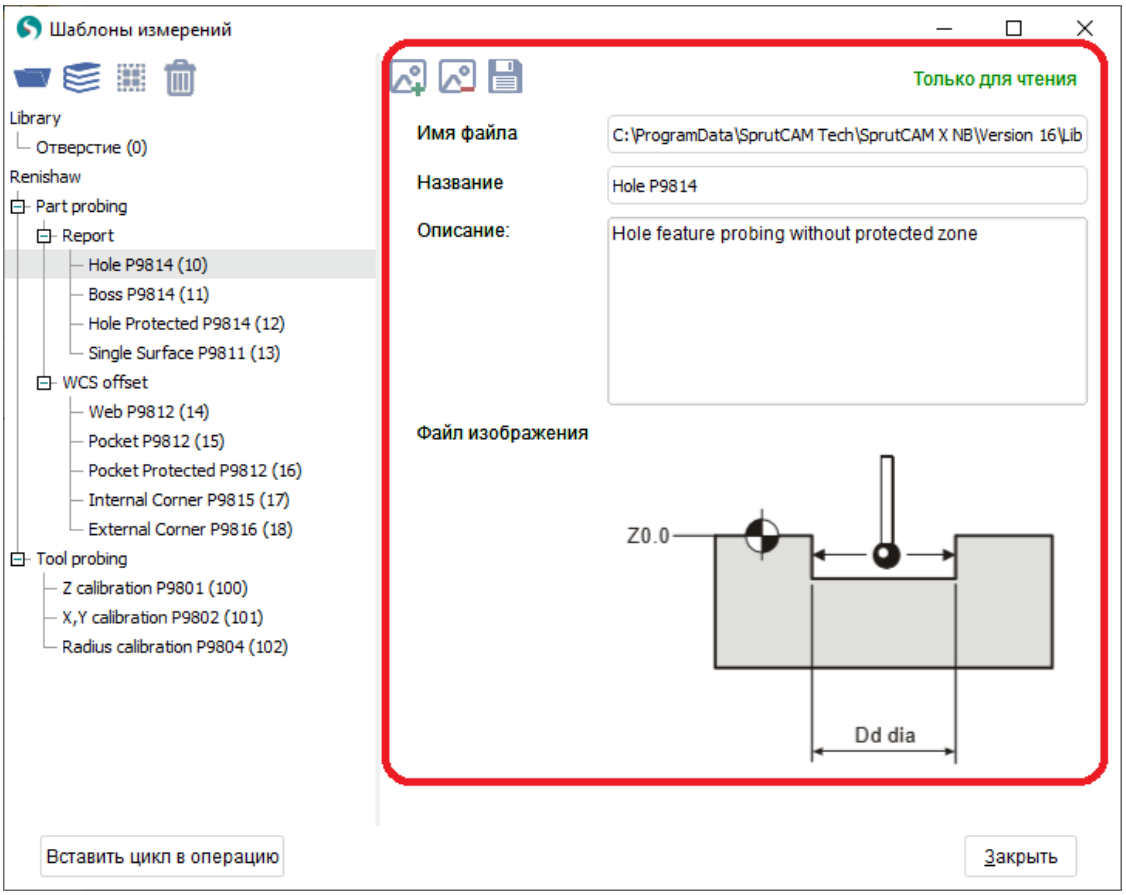
Вы также можете создать копию библиотеки и сохранить её в другом месте на вашем компьютере. Для этого выберите необходимую библиотеку и нажмите правую кнопку мыши. В контекстном меню, которое появится, нажмите <**Сохранить библиотеку как...**>. Затем откроется диалоговое окно с выбором расположения копии библиотеки. Поле этого копия будет сохранена на компьютере и добавлена в окно.

Примечания: кнопка **<Новая группа>** недоступна для библиотек из папок <**Examples**> и <**Suppliers**>.



5.20.4.3 Панель параметров

Панель параметров находится в правой части окна.



Есть два общих параметра для всех элементов:

- <**Имя файла**> - путь расположения библиотеки на компьютере и имя библиотеки;
- <**Название**>- название элемента в окне шаблонов измерений.

Остальные параметры недоступны для библиотек и групп, включая кнопки управления изображением.

Для шаблонов доступны два дополнительных параметра:

- <**Описание**> - указывается цель определенного цикла, а также любая другая дополнительная информация;
- <**Файл изображения**> - изображение, отображающее цикл.

Для управление изображением воспользуйтесь панелью, которая находится сверху панели параметров.



1. <**Загрузить изображение цикла**> - добавление изображения для выделенного цикла. После нажатия на данную кнопку, откроется диалоговое окно для указания пути к изображению;
2. <**Удалить изображение цикла**> - удаление изображения из выделенного цикла;
3. <**Экспорт изображения**> - сохранение изображения выделенного цикла во внешний файл.

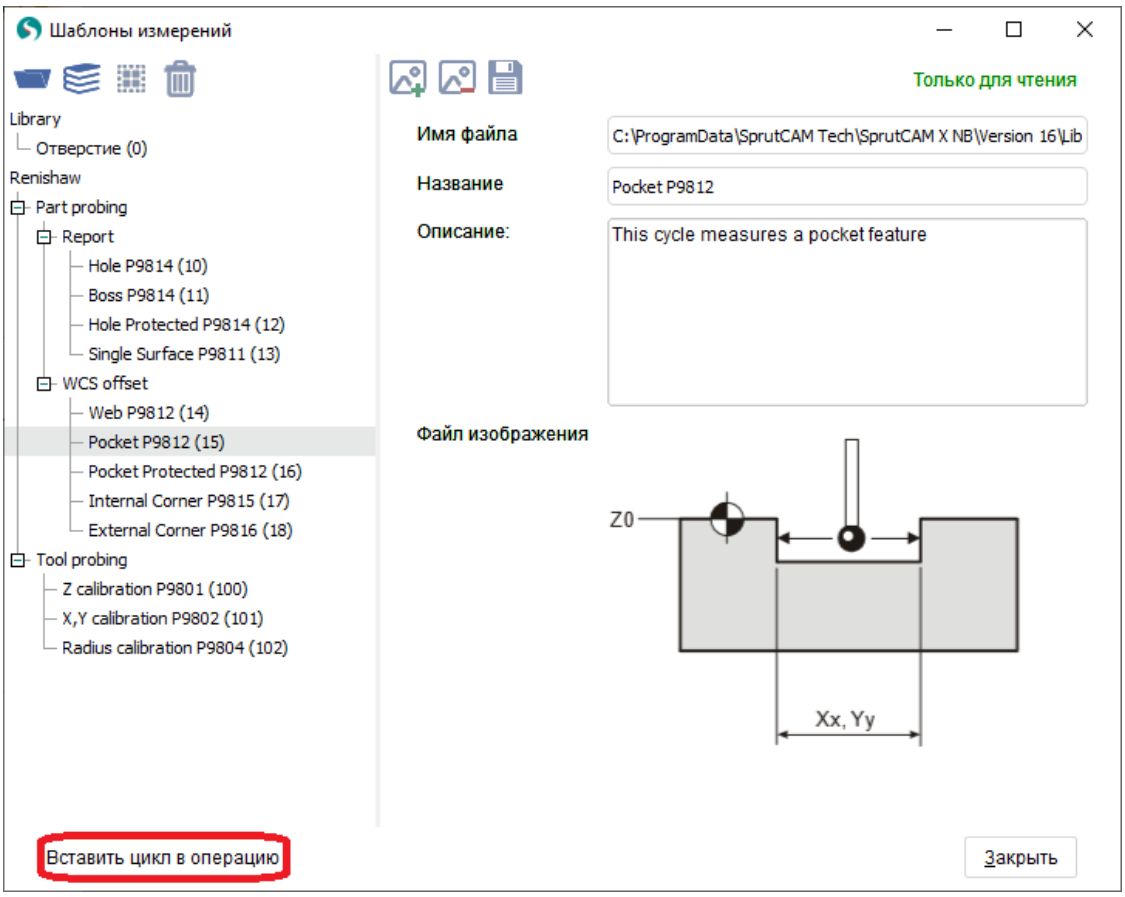
Примечание: редактирование элементов из библиотек, расположенных в папках <**Examples**> и<**Suppliers**>, запрещено. На это указывает надпись <**Только для чтения**>, расположенная в правой верхней части окна.

5.20.4.4 Сохранение и использование циклов

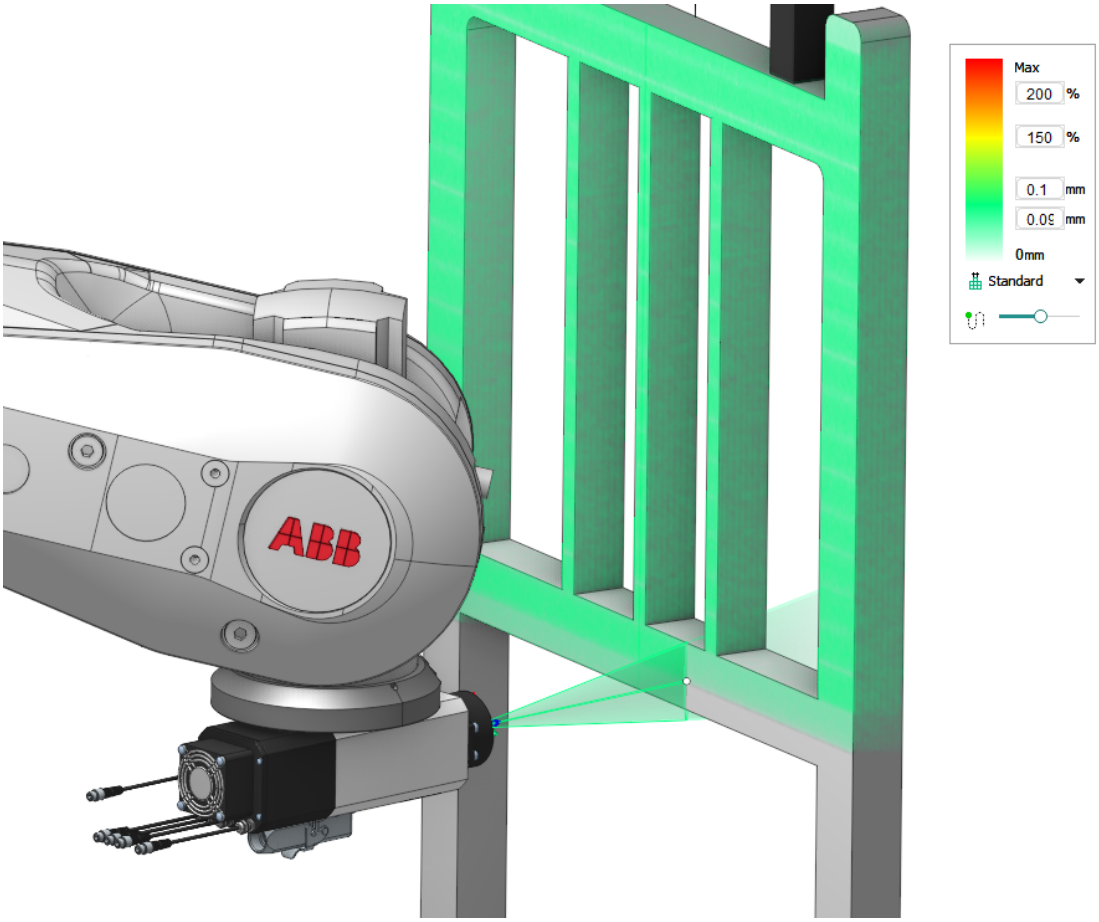
Все созданные изменения (создание библиотек, изменение позиции элементов, редактирование параметров и т.д.) сохранятся, когда окно закроется.

Для того, чтобы использовать шаблон цикла(see page 1565), необходимо выбрать нужный шаблон и нажать на кнопку <**Вставить цикл в операцию**>. После этого выбранный шаблон будет вставлен в <**Рабочее задание**> операции измерения.

© 2025 ООО СПРУТ Технология


Шаблоны измерений
Library
Отверстие (0)
Renishaw
Part probing
Report
Hole P9814 (10)
Boss P9814 (11)
Hole Protected P9814 (12)
Single Surface P9811 (13)
WCS offset
Web P9812 (14)
Pocket P9812 (15)
Pocket Protected P9812 (16)
Internal Corner P9815 (17)
External Corner P9816 (18)
Tool probing
Z calibration P9801 (100)
X,Y calibration P9802 (101)
Radius calibration P9804 (102)
Только для чтения
Имя файла
C:\ProgramData\SprutCAM Tech\SprutCAM X NB\Version 16\Lib
Название
Pocket P9812
Описание:
This cycle measures a pocket feature
Файл изображения
Z0
Xx, Yy
Вставить цикл в операцию
Закрыть

5.21 Покраска



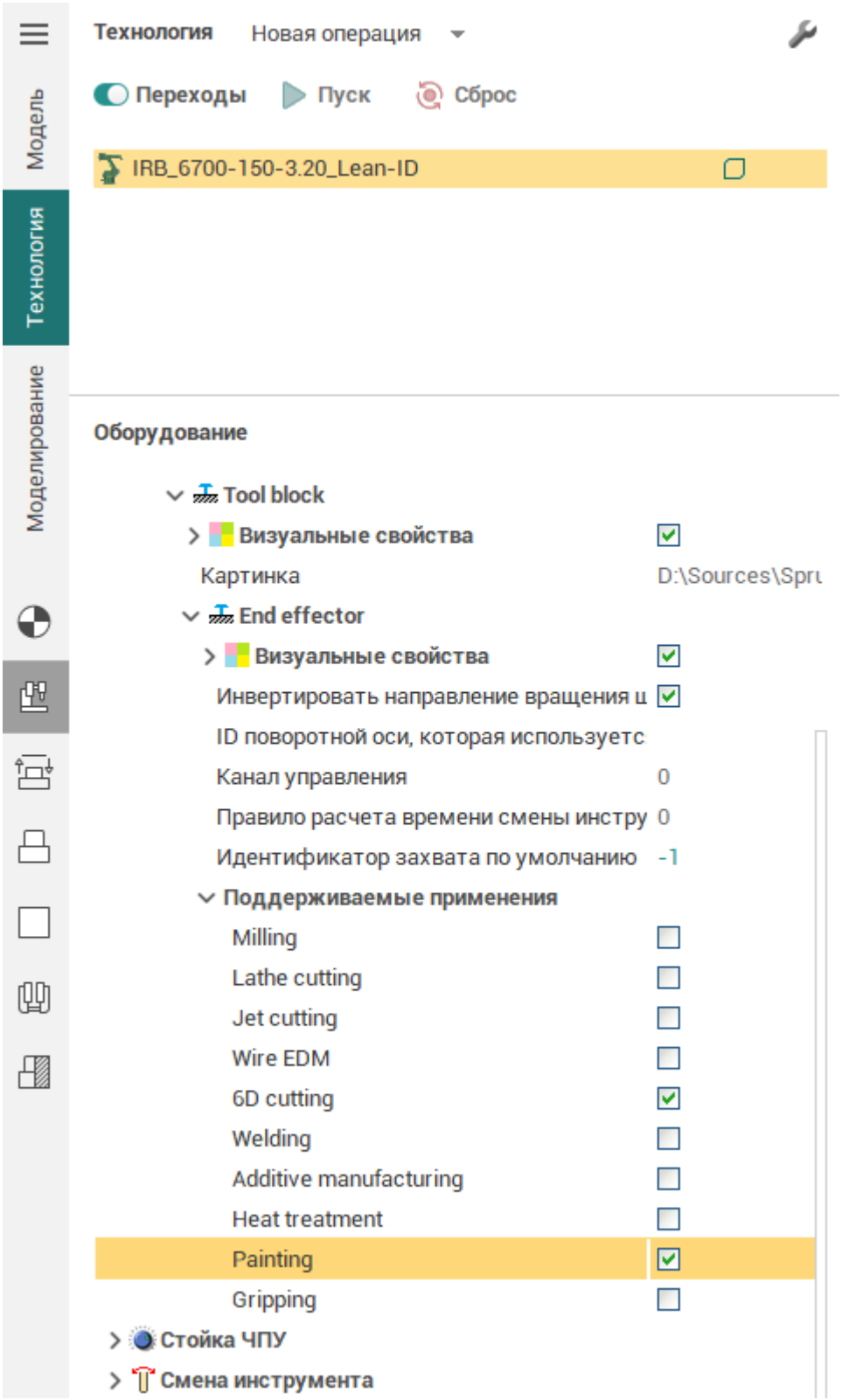
Окраска распылением - это техника окраски, при которой специальное устройство распыляет покрывающий материал (краску, чернила, смазку и т.п.) при помощи струи воздуха на окрашиваемую поверхность. Для того чтобы обрабатывать труднодоступные места часто такая обработка выполняется на оборудовании с большим числом степеней свободы, таком как промышленные роботы.

Система поддерживает программирование и симуляцию подобной обработки.

5.21.1 Схема станка

Для того чтобы было возможно использовать покраску в первую очередь вам нужно выбрать подходящую схему станка(see page 408). Если станок настроен корректно, то список поддерживаемых применений коннектора инструмента (SupportedApplications) должен включать элемент "Окраска" ("Painting"), как изображено на рисунке ниже. Это ограничивает список применимых технологических операций и оказывает влияние на выбор значений по умолчанию для некоторых параметров (например, тип моделирования).

© 2025 ООО СПРУТ Технология


Технология
Новая операция
Переходы
Пуск
Сброс
IRB_6700-150-3.20_Lean-ID
Модель
Технология
Моделирование
Оборудование
Tool block
Визуальные свойства
Картинка
D:\Sources\Spru
End effector
Визуальные свойства
Инвертировать направление вращения ц
ID поворотной оси, которая используетс
Канал управления 0
Правило расчета времени смены инстру 0
Идентификатор захвата по умолчанию -1
Поддерживаемые применения
Milling
Lathe cutting
Jet cutting
Wire EDM
6D cutting
Welding
Additive manufacturing
Heat treatment
Painting
Gripping
Стойка ЧПУ
Смена инструмента

5.21.2 Технологические операции

В системе есть 4 операции, спроектированные специально для покраски. Эти операции располагаются в группе операций "Покраска" и они доступны только если в схеме станка включено поддерживаемое применение "Spray painting".

1)  Покраска по контуру (за основу взята операция 6D Контур(see page 1009));

2)  Покраска по поверхности (за основу взята операция Наплавка 5D(see page 1497))

3)  Покраска морф (за основу взята операция Морфинг(see page 1072))

4)  Покраска ротационная (за основу взята операция Ротационная обработка(see page 979))

> Когда вы создаете любую из этих операций, система автоматически выбирает окрасочный инструмент на странице "Инструмент", а также на странице "Параметры" устанавливает тип моделирования "Покраской" по умолчанию. Вы можете найти больше информации про типы окрасочных инструментов в секции ниже.

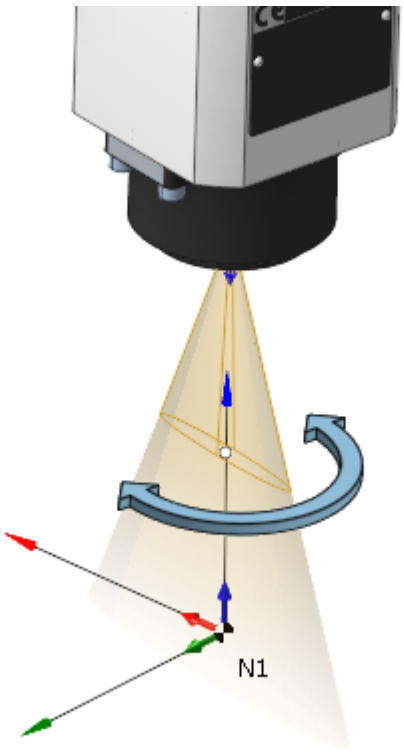
Вы можете выбрать любую из этих операций, наиболее подходящую, в зависимости от конкретного случая обработки

Например, если вам нужно более гибкое управление положением инструмента в каждой точке траектории, то мы рекомендуем использовать операцию Покраска по контуру(see page 1009) с функцией Использование произвольных векторов(see page 1030).

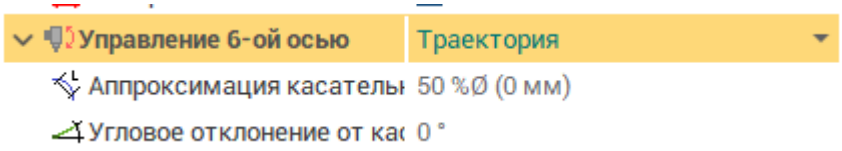


При использовании инструмента, который имеет некруглую форму факела (например, окрасочный пистолет с эллиптическим факелом), становится важным поддерживать указанную ориентацию инструмента относительно направления траектории. Это относится к оборудования, которое имеет большое число степеней свободы, такому как промышленные роботы. Становится возможным дополнительно вращать инструмент вокруг его оси.

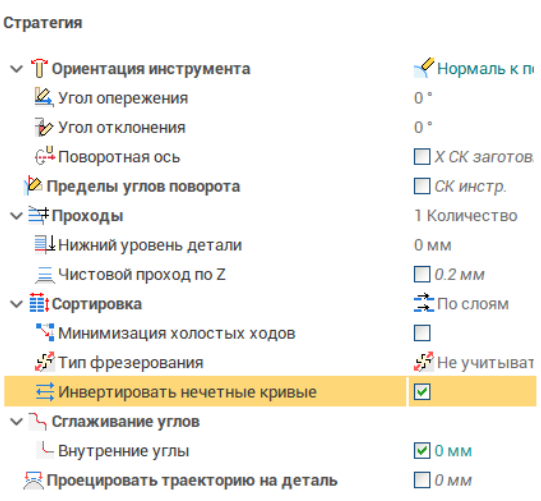
© 2025 ООО СПРУТ Технология

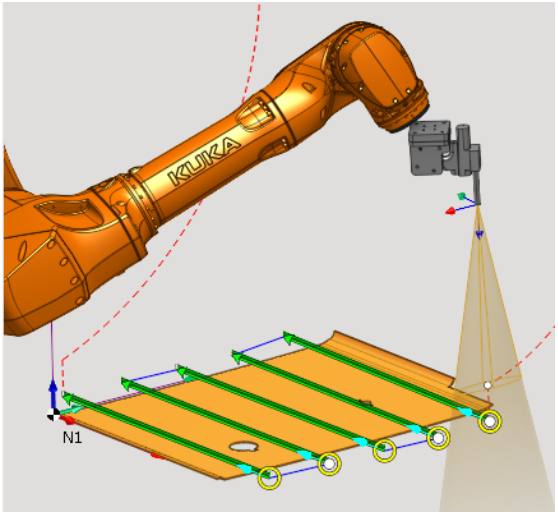


Для того чтобы сохранялась ориентация инструмента относительно траектории вам нужно активировать режим **Траектория** для свойства **Управление 6-й осью**(see page 1416).



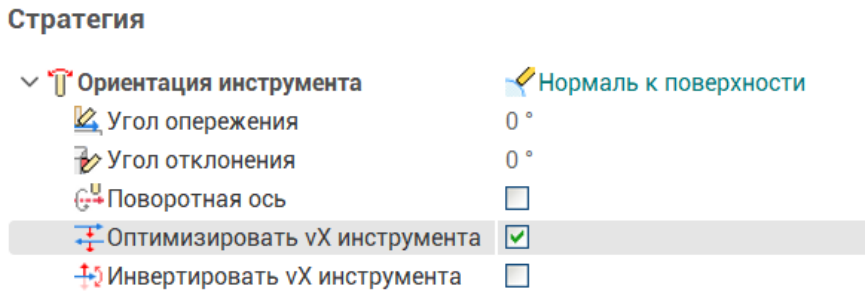
Специально для целей окраски в операции "6D контур" и "Покраска по контуру" был добавлен новый параметр - **Инвертировать нечетные кривые**. Она позволяет автоматически инвертировать направление нечетных проходов без необходимости ручного изменения угла ориентации инструмента относительно касательной к траектории.

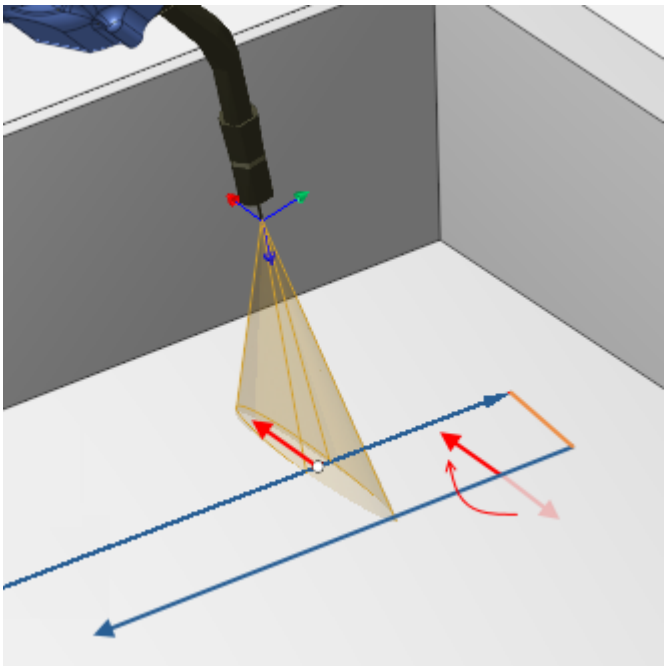




Также был добавлен новый параметр в операции "6D контур" и "Покраска по контуру" - **Оптимизировать vX инструмента**.

Он позволяет автоматически инвертировать направление **оси X инструмента** в том же направлении для всех проходов с целью минимизации вращения.



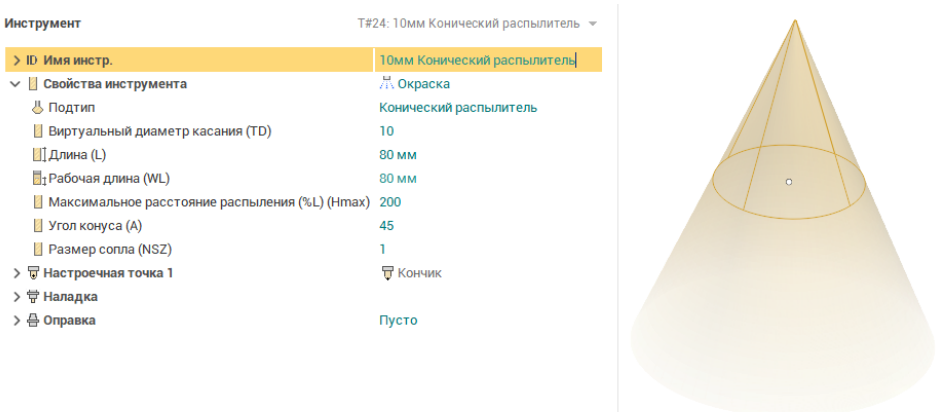
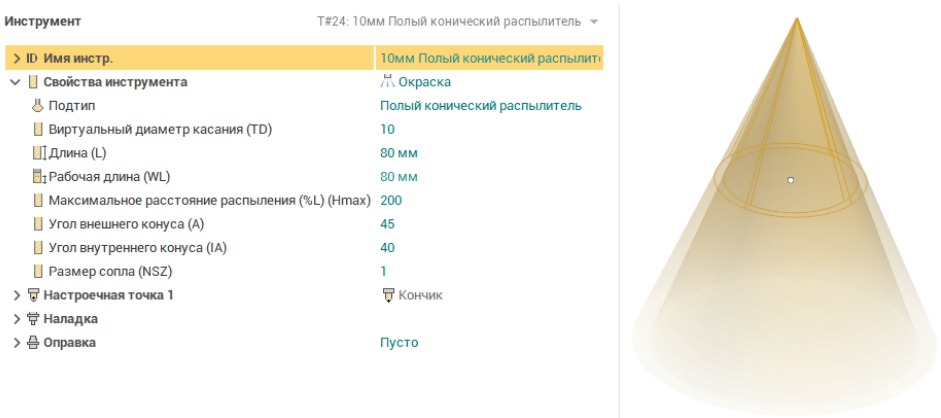


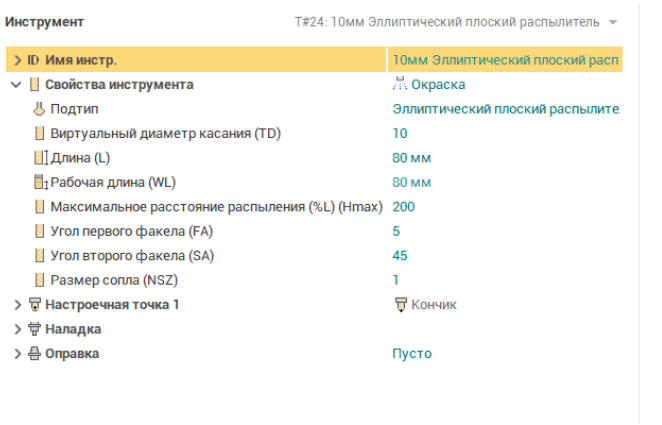
5.21.3 Покрасочные инструменты

Имеется специальная группа типов инструментов - **Окраска**. Она содержит несколько окрасочных инструментов с разной формой.

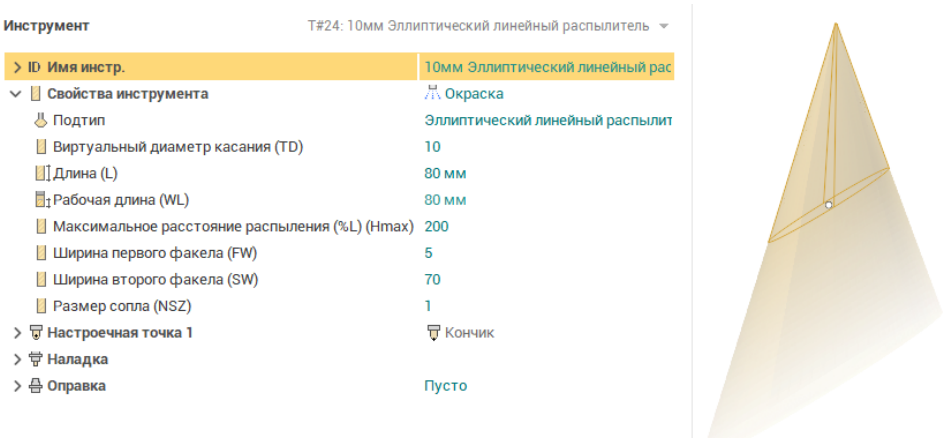
Вы можете узнать больше об этих типах окрасочных инструментов в таблице ниже.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Имя типа инструмента	Изображение
Конический распылитель. Он окрашивает приближенно равномерно по всей площади круга.	
Полый конический распылитель. Он не окрашивает в центре, работает только узкая полоса по краю.	

Имя типа инструмента	Изображение
Эллиптический плоский распылитель. Эллиптическая форма факела задается двумя отдельными углами наклона вдоль и поперек главного направления. Используйте свойство **Угол закрепления** для поворота главного направления.	

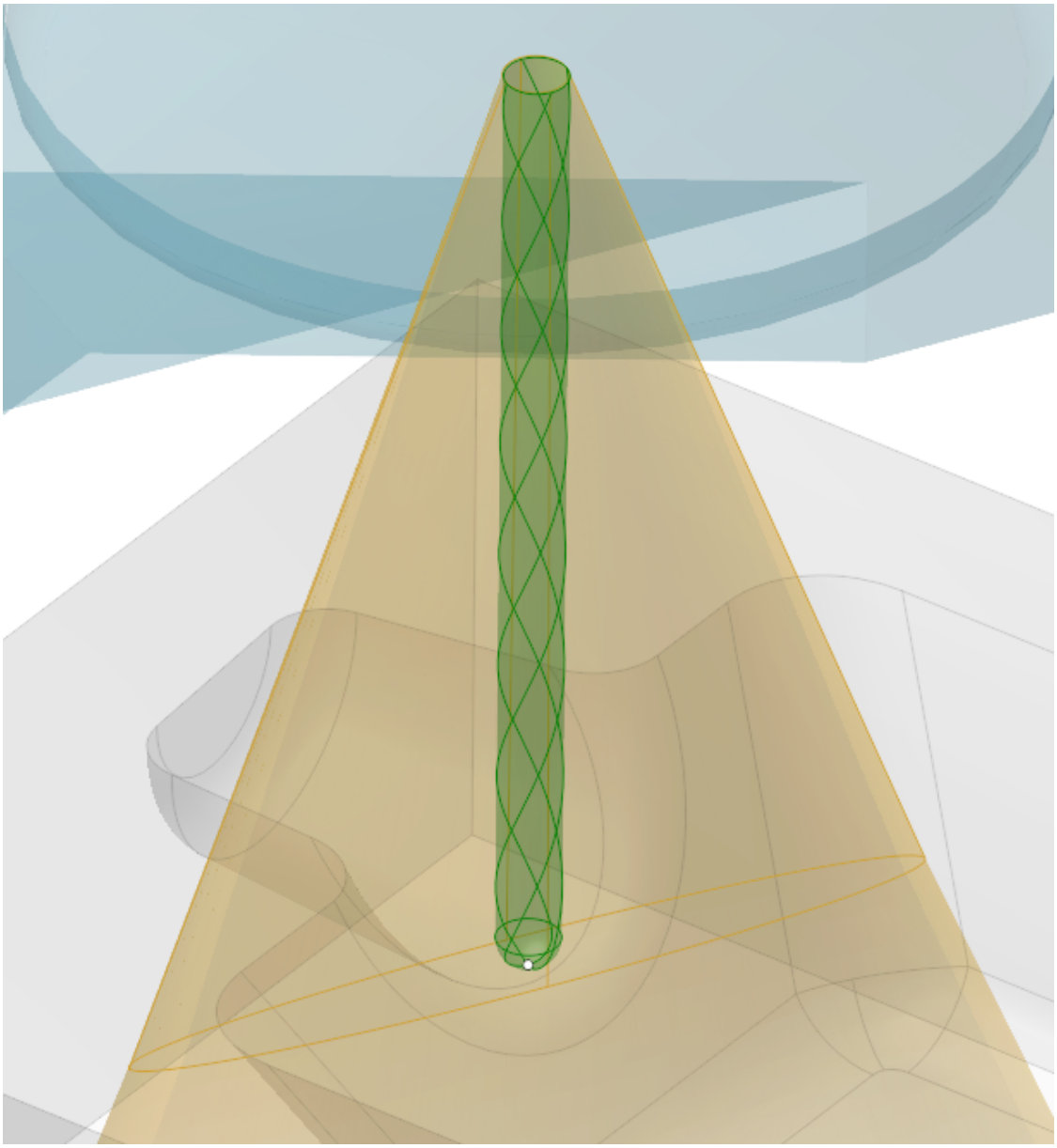
© 2025 ООО СПРУТ Технология

Имя типа инструмента	Изображение
Эллиптический линейный распылитель. Эллиптическая форма факела задается двумя отдельными линейными размерами ширины области на рабочей длине вдоль и поперек главного направления. Используйте свойство **Угол закрепления** для поворота главного направления.	

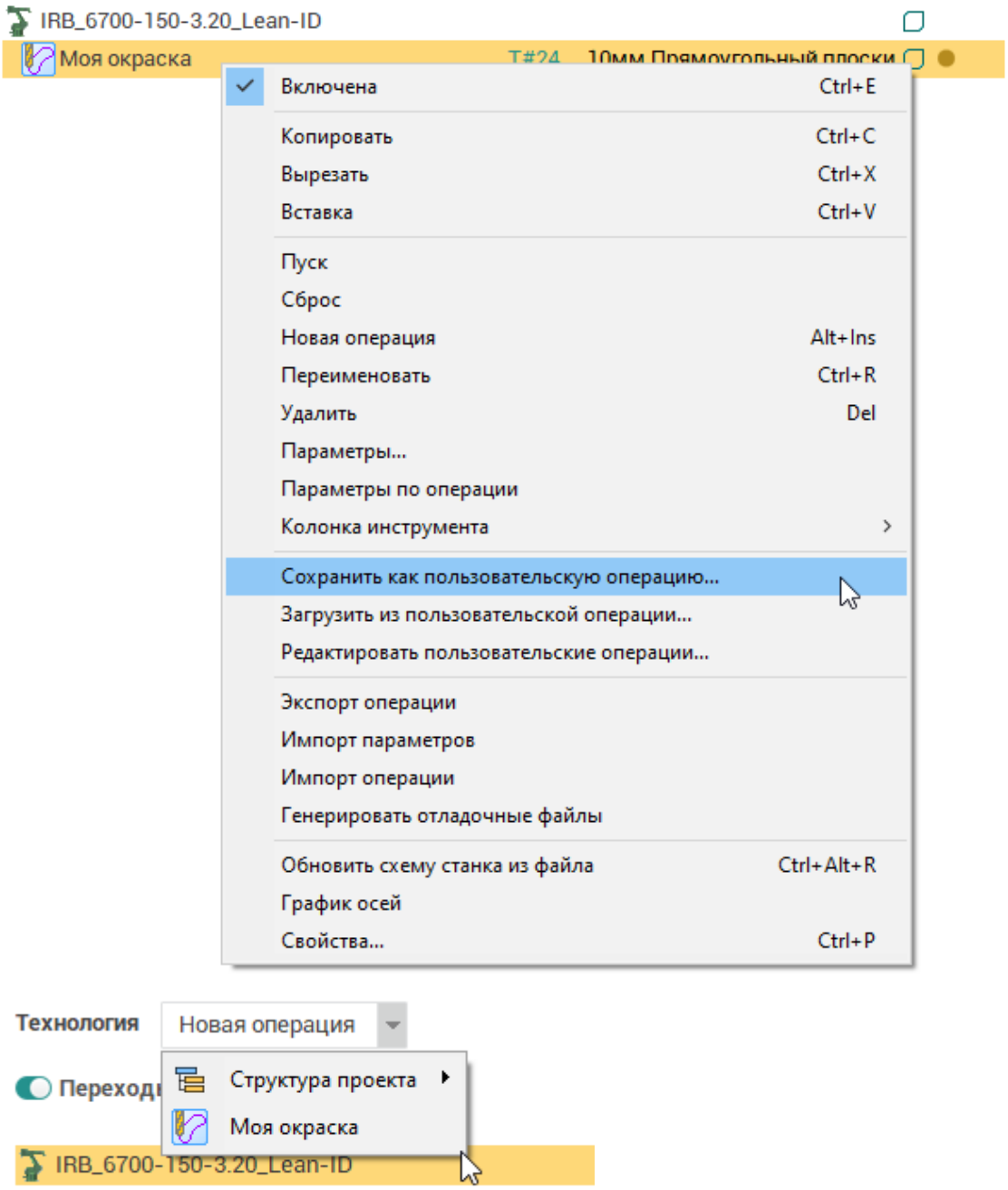
Имя типа инструмента	Изображение
Прямоугольный плоский распылитель. Это универсальный инструмент. Изменением его свойств, вы можете гибко настраивать форму факела. Позволяет моделировать случай нескольких сопел расположенных в один ряд. Используйте свойство **Угол закрепления** для поворота главного направления.	

Все покрасочные инструменты содержат свойство **Виртуальный диаметр касания**. Это диаметр виртуального сферического инструмента, как показано на картинке ниже. Он используется при расчете траектории для расчета контакта инструмента с деталью. Это дает возможность использовать существующие универсальные стратегии расчета траектории.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

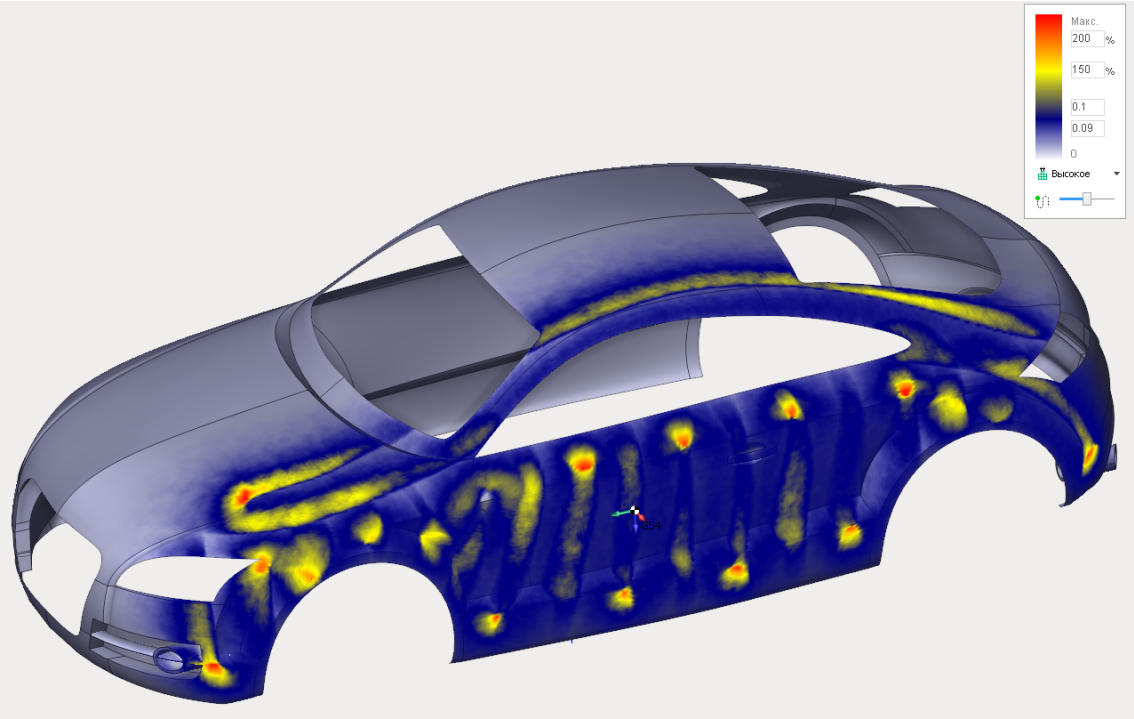


После того как вы один раз настроили все необходимые параметры операции под конкретные цели, вы можете легко сохранить эту операцию как шаблон и использовать его позже много раз в этом же проекте или в других. Для того чтобы сделать это выберите пункт **Сохранить как пользовательскую операцию** в контекстном меню операции. Подробнее об этой функции смотрите в разделе Пользовательские операции(see page 436).



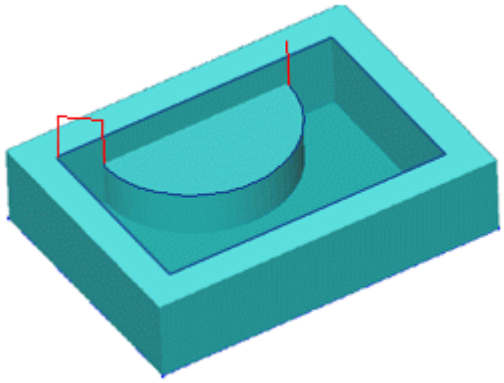
После того как траектория операции готова, вы можете перейти на закладку **Моделирование** для контроля степени окрашенности поверхностей детали. Подробнее об этой функции смотрите в разделе Моделирование покраски(see page 1620).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



5.22 Устаревшие операции

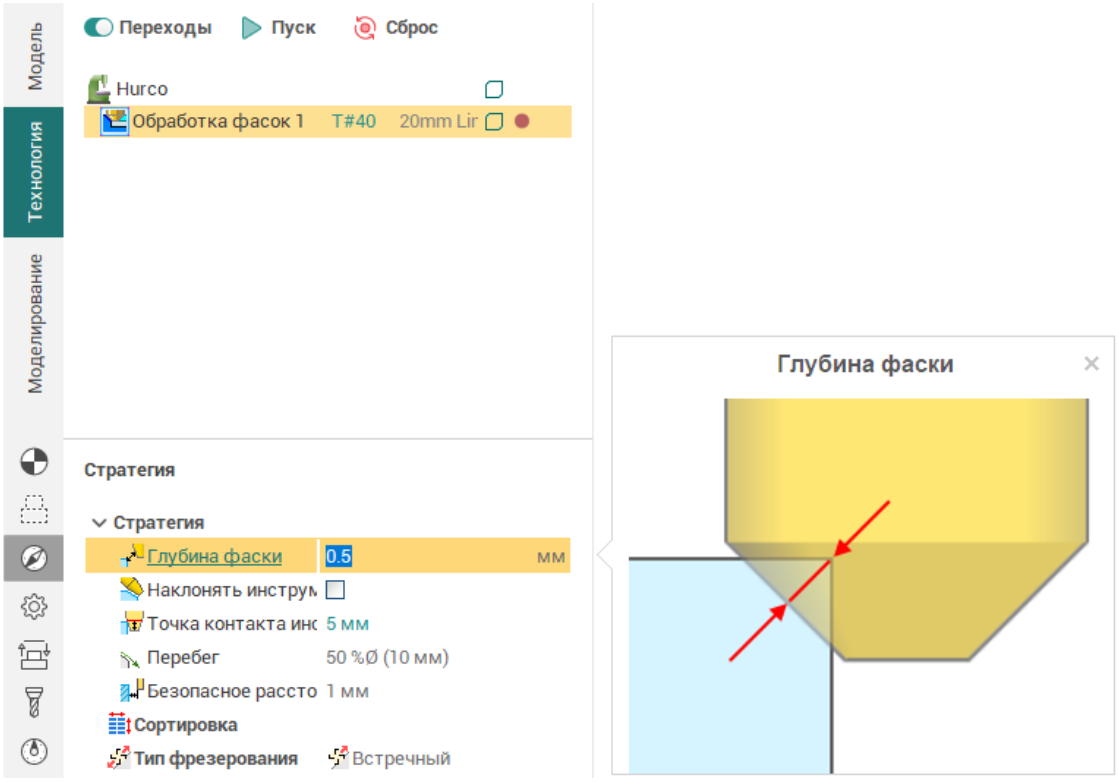
5.22.1 Операция 2.5D обработки фасок



Операция предназначена для снятия фасок и обработки горизонтальных ребер модели.

Метод задания модели (рабочего задания(see page 511)) для этой операции несколько отличается от метода формирования рабочего задания для прочих 2.5D операций.

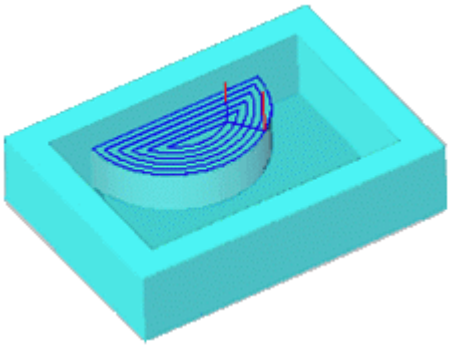
После указания рабочего задания необходимо в параметрах операции на страничке Стратегия установить размеры на панели <Параметры фаски>.



Кроме того, на геометрию фаски оказывают влияние установленные в окне инструмента(see page 1632) параметры фрезы.

В стратегии операции могут быть также заданы тип фрезерования, обкат угла, аппроксимация кривых и тип перехода .

5.22.2 Операция 2.5D обработки горизонтальных участков



Операция предназначена для обработки горизонтальных участков модели – "крышек".

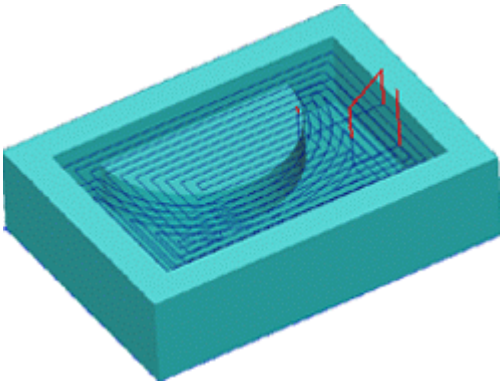
Метод задания модели (рабочего задания) для обработки горизонтальных участков аналогичен методу формирования рабочего задания для других операций 2.5D обработки.

В операции производится выборка всего материала заготовки находящегося над горизонтальными участками обрабатываемой модели и вне запрещенных зон. Заготовка, зоны обработки и запрещенные зоны задаются проекциями замкнутых кривых.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

В зависимости от заданной стратегии , материал может удаляться спиральными ходами, направленными к центру и от центра, а также параллельными ходами. Так же для операции можно задать тип фрезерования, обкат угла и сглаживание углов .

5.22.3 Операция 2.5D выборки



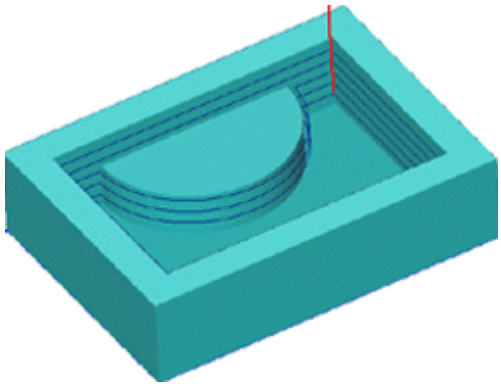
Операция используется для обработки карманов и изолированных областей, а также для предварительной выборки материала.

Обрабатываемая модель (Рабочее задание) формируется из визуальной модели сформированной из набора плоских кривых и точек. Визуальная модель создается путем последовательного добавления кривых или групп кривых в модель. Любая кривая может определять гребень или канавку заданной толщины за счет дополнительного припуска, замкнутые кривые могут добавляться в качестве выступа или впадины. Дополнительный припуск может быть установлен для каждой кривой или группы кривых.

В операции производится выборка всего материала заготовки, находящегося снаружи от обрабатываемой модели и вне запрещенных зон. Заготовка, зоны обработки и запрещенные зоны задаются проекциями замкнутых кривых.

Материал удаляется слой за слоем, с заданным шагом между слоями. В зависимости от заданной стратегиистратегии, материал каждого слоя может удаляться спиральными ходами, направленными к центру и от центра, а также параллельными ходами. Переход к следующему слою обработки может осуществляться либо одним из способов врезания (осевое, по спирали, зигзагом), либо через точки засверливанияточки засверливания. Причем поиск подходящего по глубине и диаметру отверстия сначала производится в списке отверстий операции, затем в сквозном списке отверстий технологического процесса. Если подходящего отверстия не найдено, то координаты центра отверстия подбираются системой автоматически, исходя из соображений оптимальности. Координаты центра нового отверстия, по возможности, округляются.

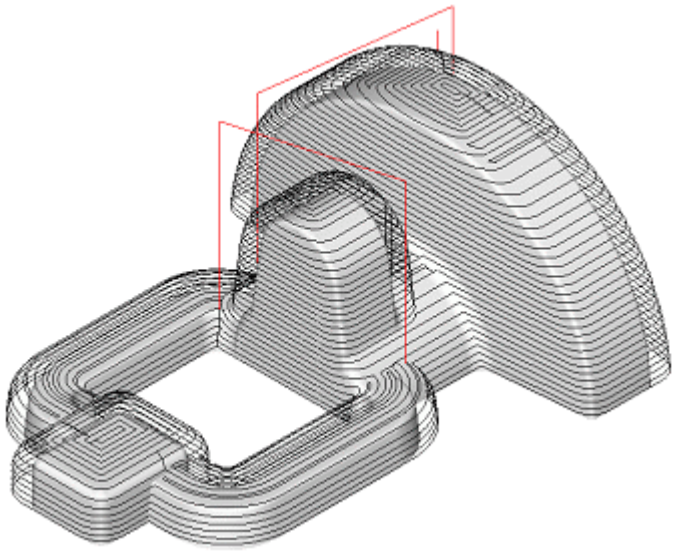
5.22.4 Операция 2.5D обработки стенок



В операции производится выборка материала заготовки, находящегося вдоль стенок обрабатываемой модели (рабочего задания) и вне запрещенных зон. Заготовка, зоны обработки и запрещенные зоны задаются проекциями замкнутых кривых.

Материал удаляется слой за слоем, с заданным шагом между слоями. В зависимости от заданной стратегии. В стратегии операции могут быть заданы тип фрезерования, обкат угла и сглаживание углов .

5.22.5 Чистовая комбинированная операция (послойно-управляемая)



Чистовой комбинированной операцией одинаково хорошо обрабатываются как пологие, так и крутые участки. Достаточно равномерная высота гребешка получается даже при использовании постоянного шага. Комбинированная обработка обеспечивает более легкие условия работы инструмента, что в свою очередь позволяет применять удлиненный инструмент меньшего диаметра. Операция позволяет производить качественную чистовую обработку вне зависимости от сложности рельефа поверхности модели, а так же минимизировать время обработки.

Рабочее задание указывается набором твердых тел, поверхностей и сеточных объектов. Для каждого геометрического объекта или группы объектов может быть установлен

© 2025 ООО СПРУТ Технология

дополнительный припуск, который при обработке будет добавлен к основному припуску операции.

Если заготовка и ограничивающая модель не заданы, то производится обработка всей доступной поверхности рабочего задания. Иначе обрабатываются лишь участки поверхности, лежащие внутри заготовки и вне ограничивающей модели.

Заготовка может быть задана в виде бруска, цилиндра, тела вращения с постоянным припуском или призматической формы, как остаточный материал после обработки предыдущими операциями, а также в виде свободной геометрической модели, состоящей из твердых тел, поверхностей, сеток и призм, основаниями которых являются проекции замкнутых кривых. В ограничивающей модели могут быть указаны твердые тела, поверхности и сетки, которые необходимо контролировать при обработке, а также зоны обработки и запрещенные зоны, заданные проекциями замкнутых кривых.

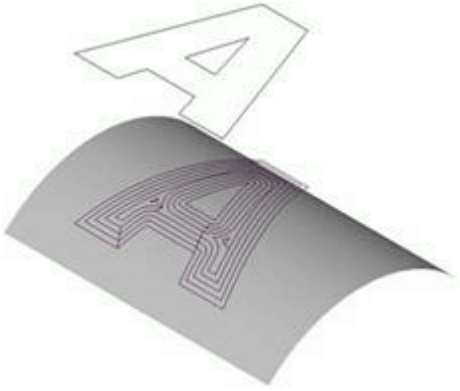
Траектория для обработки поверхности детали формируется в два этапа. Сначала строятся горизонтальные ходы инструмента (как в послойной операции), а затем для недоработанных участков по правилам управляемой операции достраивается траектория вдоль направляющих кривых (направляющими кривыми в этом случае служат границы недоработанных зон). Таким образом, близкие к вертикальным участки поверхности детали обрабатываются как в послойной операции, а пологие – как в управляемой. Что и позволяет получить равномерную обработку для деталей, практически, любой формы. Шаг между ходами задается отдельно по вертикали и в плане, а также может быть вычислен исходя из заданной высоты гребешка.

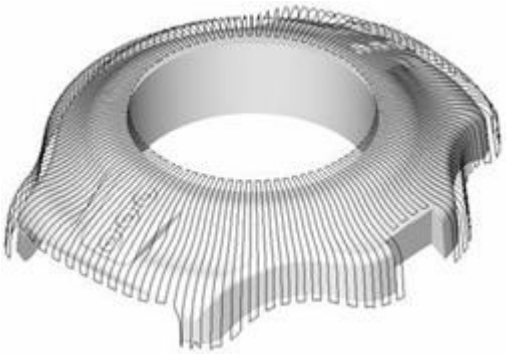
При использовании локальной системы координат или поворотной оси, положение обрабатываемой модели не меняется, ось вращения инструмента считается параллельной оси Z локальной системы координат, горизонтальные ходы располагаются параллельно плоскости XY той же системы, а затем недоработанные участки обрабатываются по законам управляемой операции.

Также возможно наложение запрета на вхождение в результирующую траекторию участков обработки ограничивающей модели и участков обката ребер.

Объединение рабочих ходов в единую траекторию может выполняться в порядке сверху вниз или снизу вверх. Переход между соседними рабочими ходами может осуществляться по поверхности, с добавлением отхода и подхода либо через безопасную плоскость.

5.22.6 Чистовая управляемая операция





Чистовая управляемая операция успешно применяется при обработке отдельных зон детали со сложными вытянутыми криволинейными поверхностями. Целесообразно использовать её для доработки участков поверхности детали специфической формы, для обработки ряда деталей с плавным изменением геометрии поверхности, а так же для фрезерования надписей и рисунков на поверхности детали. При использовании чистовой управляемой операции для обработки пологих участков поверхности детали рекомендуется использовать в качестве направляющих кривых их внешнюю огибающую и стратегию вдоль кривых. А при обработке крутых участков – стратегию поперёк кривых с такими же направляющими.

Рабочее задание операции указывается набором твердых тел, поверхностей и сеточных объектов. Для каждого геометрического объекта или группы объектов может быть установлен дополнительный припуск, который при обработке будет добавлен к основному припуску операции.

Если заготовка и ограничивающая модель не заданы, то производится обработка всей доступной поверхности рабочего задания. Иначе обрабатываются лишь участки поверхности, лежащие внутри заготовки и вне ограничивающей модели.

Заготовка может быть задана в виде бруска, цилиндра, тела вращения с постоянным припуском или призматической формы, как остаточный материал после обработки предыдущими операциями, а также в виде свободной геометрической модели, состоящей из твердых тел, поверхностей, сеток и призм, основаниями которых являются проекции замкнутых кривых. В ограничивающей модели могут быть указаны твердые тела, поверхности и сетки, которые необходимо контролировать при обработке, а также зоны обработки и запрещенные зоны, заданные проекциями замкнутых кривых.

Как и в построчной операции, обработка поверхности объемной модели производится отдельными строчками. В зависимости от параметров операции, строчки лежат либо в семействе вертикальных плоскостей (поперёк направляющих кривых), либо в семействе вертикальных математических цилиндров, форма и расположение которых задается направляющими кривыми (вдоль направляющих кривых). Шаг между соседними рабочими ходами может быть постоянным или рассчитываться исходя из заданной высоты гребешка.

При использовании локальной системы координат или поворотной оси, положение обрабатываемой модели не меняется, ось вращения инструмента считается параллельной оси Z локальной системы координат, а все рабочие ходы располагаются в плоскостях или математических цилиндрах, перпендикулярных горизонтальной плоскости той же системы.

Обрабатываемые участки поверхности модели могут быть ограничены в зависимости от угла наклона нормали к оси Z. Если, например, требуется обработать пологие участки с углом наклона нормали к оси Z меньше 30°, то следует установить значения минимального и максимального углов наклона, соответственно, 0° и 30°.

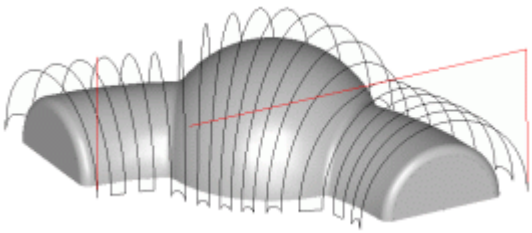
Чтобы обработать только участки с небольшим отклонением нормали к поверхности детали от поверхности рабочего хода следует воспользоваться ограничением фронтального угла. Например, если требуется произвести обработку участков

© 2025 ООО СПРУТ Технология

поверхности детали практически перпендикулярных поверхности рабочего хода, то следует установить небольшое значение фронтального угла (например, в пределах 5°).

Также возможно наложение запрета на вхождение в результирующую траекторию участков обработки ограничивающей модели и участков обката ребер.

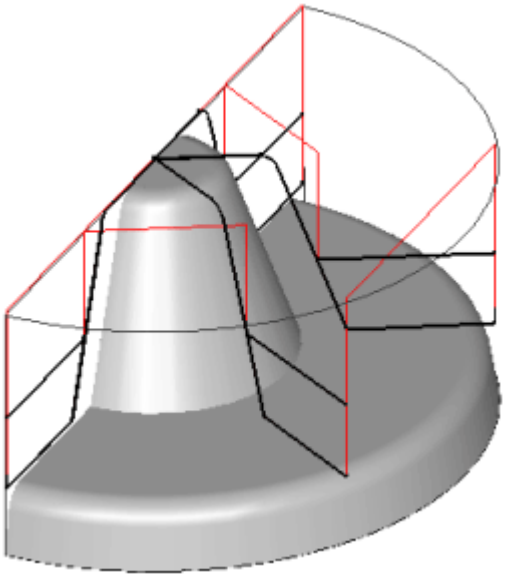
Объединение рабочих ходов в единую траекторию может выполняться как с выполнением условия обработки только снизу вверх, так и без него. Переход между соседними рабочими ходами может осуществляться по поверхности, с добавлением отхода и подхода либо через безопасную плоскость.



Сопутствующие ссылки:

Операции для 3х координатной обработки(see page 859)

5.22.7 Черновая управляемая операция



В ряде случаев деталь после обработки имеет совсем незначительные отличия от заданной модели, но из-за неравномерности объема снимаемого материала не всегда удается достичь оптимального времени обработки. Черновую управляемую операцию рекомендуется использовать лишь при специфической форме заготовки и обрабатываемой детали.

Рабочее задание указывается набором твердых тел, поверхностей и сеточных объектов. Для каждого геометрического объекта или группы объектов может быть установлен дополнительный припуск, который при обработке будет добавлен к основному припуску операции.

Заготовка может быть задана в виде бруска, цилиндра, тела вращения с постоянным припуском или призматической формы, как остаточный материал после обработки предыдущими операциями, а также в виде свободной геометрической модели, состоящей из твердых тел, поверхностей, сеток и призм, основаниями которых являются проекции

замкнутых кривых. В ограничивающей модели могут быть указаны твердые тела, поверхности и сетки, которые необходимо контролировать при обработке, а также зоны обработки и запрещенные зоны, заданные проекциями замкнутых кривых.

В операции производится выборка всего материала заготовки, находящегося снаружи от обрабатываемой модели и вне ограничивающей модели. Как и в построчной операции, обработка поверхности объемной модели производится отельными строчками. В зависимости от параметров операции, строчки лежат либо в семействе вертикальных плоскостей (поперёк направляющих кривых), либо в семействе вертикальных математических цилиндров, форма и расположение которых задается направляющими кривыми (вдоль направляющих кривых). Шаг между соседними рабочими ходами может быть постоянным или рассчитываться исходя из заданной высоты гребешка. Для ограничения нагрузки на инструмент, толщина снимаемого за один раз слоя материала может быть ограничена. При этом если толщина удаляемого материала заготовки превышает заданную, то материал будет удален за несколько проходов.

При использовании локальной системы координат или поворотной головки, положение обрабатываемой модели не меняется, ось вращения инструмента считается параллельной оси Z локальной системы координат, а все рабочие ходы располагаются в плоскостях или математических цилиндрах, перпендикулярных горизонтальной плоскости той же системы.

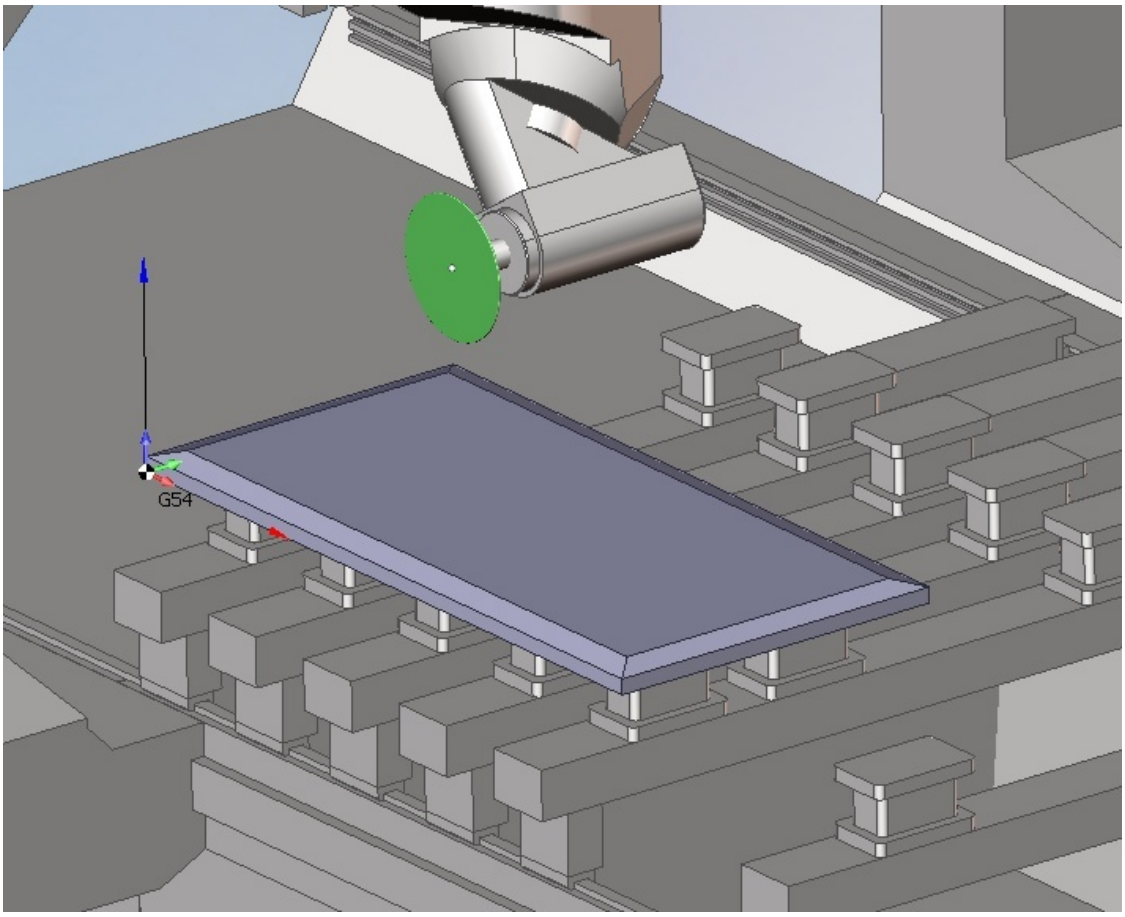
Если, при обработке, инструмент не должен врезаться в материал под произвольным углом, то перемещение инструмента вниз может быть ограничено. Доступны типы ограничений: обработка строго снизу-вверх, с максимальным углом врезания без доработки теневых зон, с максимальным углом врезания с доработкой теневых зон, и без контроля движения вниз.

Переход между рабочими ходами может осуществляться по кратчайшему расстоянию, с добавлением отхода и подхода либо через безопасную плоскость. Если выборка материала происходит с разбиением на слои, то сначала удаляется весь материал с верхнего слоя и лишь затем происходит переход на следующий слой и т. д.

Для расчета операции может быть использован быстрый метод расчета.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

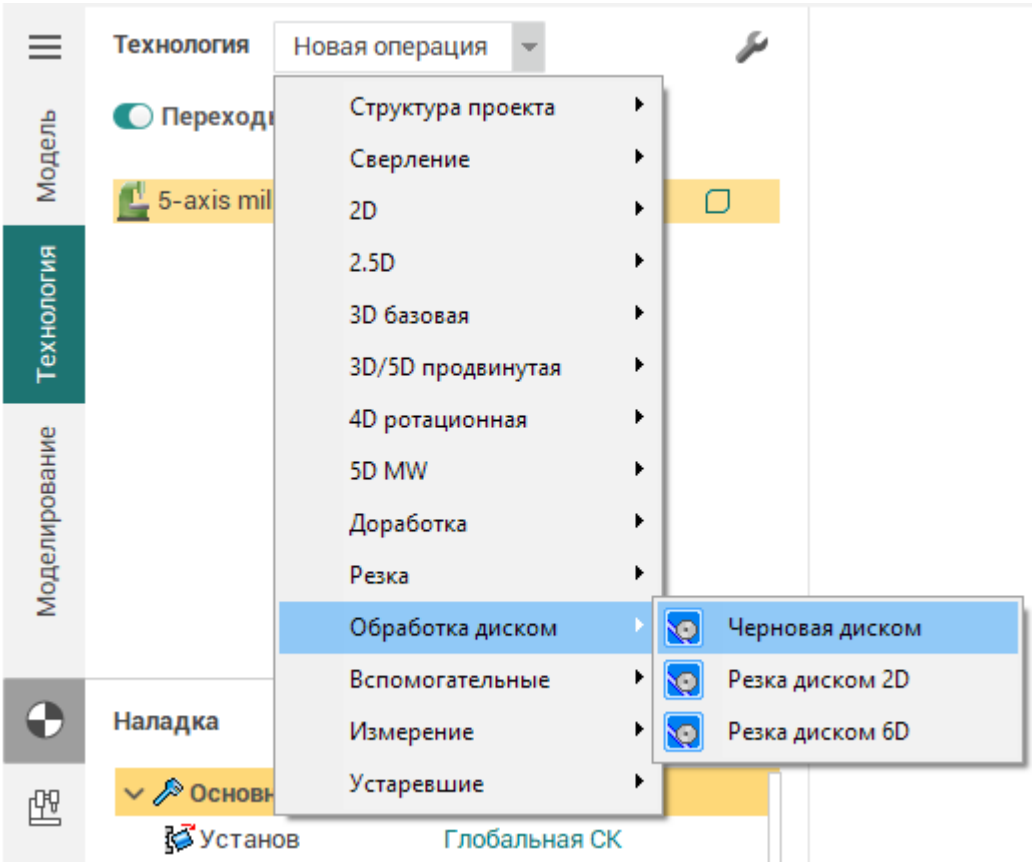
5.22.8 Операция пиление



Операция предназначена для программирования распиловки дисковой пилой на 5ти-координатных фрезерных станках и роботах с установленным шпинделем. Операция пиления основана на стратегии 5D-контур(see page 1009). В нее внесены лишь небольшие изменения связанные с особенностью подвода и отвода дискового инструмента. Исходным заданием для обработки является твердотельная геометрическая модель. Обработка по кривым, полученным например из .dxf файла, не выполняется.

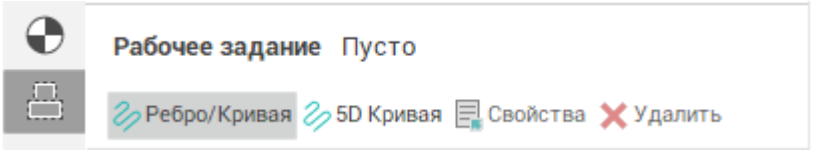
Способ использования:

1. Создать операцию пиления.



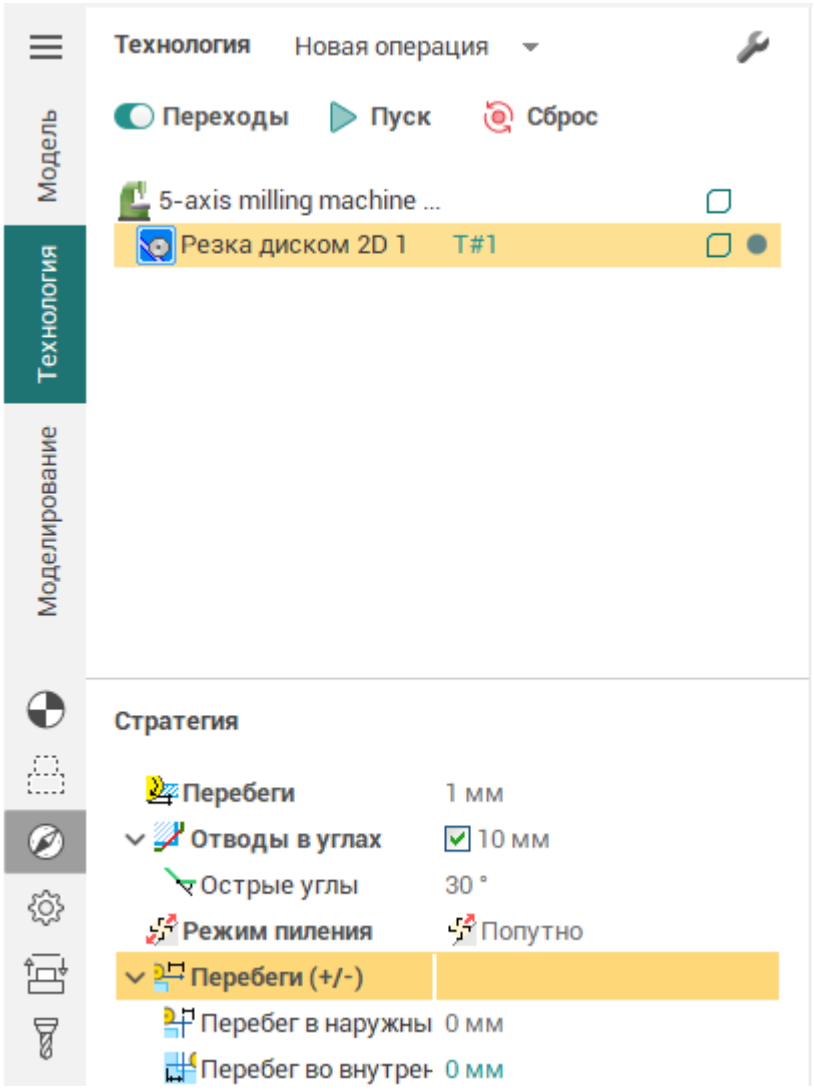
2. Задать требуемые размеры инструмента и режимы резания, так же как это делается для всех остальных операций(see page 427).

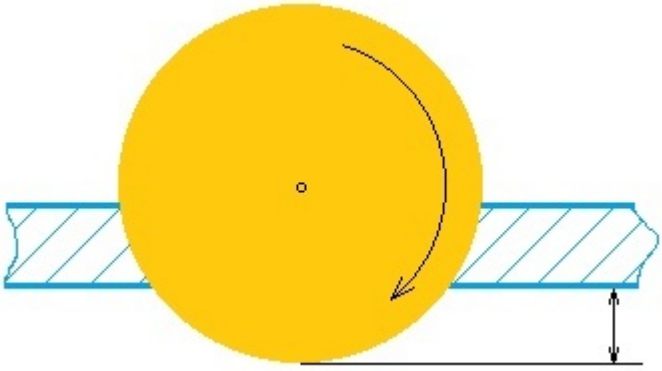
3. Для формирования задания на обработку необходимо выбрать ребро геометрической модели и нажать на кнопку "Ребро/Кривая". Выбранное ребро будет добавлено в список обрабатываемых. Одна из прилегающих к ребру поверхностей будет выделена зеленым цветом. Именно эта поверхность будет формироваться в результате пиления. Если вам необходимо сформировать смежную поверхность, необходимо еще раз, кликнуть мышью по ребру, после чего появится панель с двумя кнопочками, в ней необходимо нажать кнопку "сменить сторону обработки".



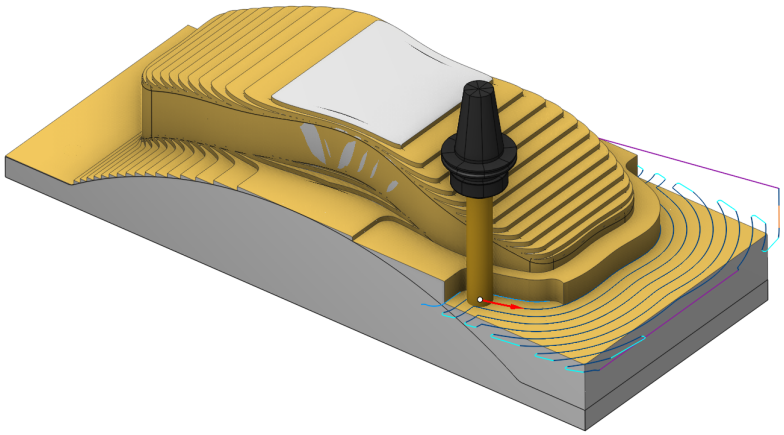
4. В отличие от обычной операции "5D контур(see page 1009)" в операции пиления имеется дополнительный параметр для задания величины опускания пилы ниже задающего ребра.

© 2025 ООО СПРУТ Технология


Технология
Новая операция
Переходы
Пуск
Сброс
5-axis milling machine ...
Резка диском 2D 1
T#1
Модель
Технология
Моделирование
Стратегия
Перебеги
1 мм
Отводы в углах
10 мм
Острые углы
30 °
Режим пиления
Попутно
Перебеги (+/-)
Перебег в наружны
0 мм
Перебег во внутрен
0 мм



6 Моделирование обработки



6.1 **Область применения:**

CAM система предлагает различные режимы моделирования, каждый из которых меняет метод моделирования. Эти режимы имеют свои преимущества и недостатки. Voxel 5D — это режим по умолчанию, предлагающий быстрое моделирование для быстрого прототипирования. Однако моделирование Solid (Узнать больше(see page 1623)) хотя и занимает больше времени, обеспечивает большую точность. Например, при работе со сложными деталями, такими как небольшие отверстия в большой детали, моделирование Solid является предпочтительным выбором из-за его высокой точности. В конечном счете, выбор режима моделирования зависит от конкретных требований проекта и желаемого уровня детализации.

Переход в режим моделирования осуществляется нажатием на закладку <**Моделирование**> и позволяет:

- визуально контролировать процесс резания;
- наглядно оценить качество обработки и выявить возможные недочеты;
- сравнить обработанную деталь с исходной моделью
- выявлять и помечать проблемные фрагменты траектории по различным критериям;
- редактировать автоматически рассчитанную траекторию для приведения ее в соответствие с требованиями пользователя;
- оптимизировать подачи;

При моделировании фрезерных операций отображается объемная модель обрабатываемой детали. Качество получаемой модели не меняется при изменении направления оси инструмента. Применяемые методы хорошо подходят для моделирования многокоординатной обработки.

При моделировании токарной обработки обрабатываемая деталь отображается как тело вращения вне зависимости от того, какая форма была у начальной заготовки. Сделано так для достижения эффекта вращения обрабатываемой детали. Если после токарных операций идёт фрезерная, то для фрезерной операции будет опять отображаться реальная форма детали.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Тип моделирования (расположен на вкладке «Параметры» для каждой операции):

Click here to expand..

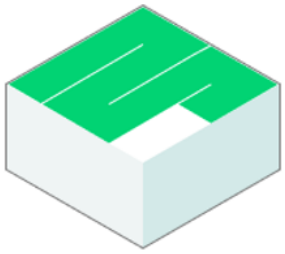
- **Авто.** Тип моделирования назначается автоматически в зависимости от выбранного типа операции..
- **Вычитание.** Аналогично моделированию фрезерных операций.



- **Аддитивный.** Моделирование осуществляется путем добавления материала на уровень инструмента.



- **Покраска.** Моделирование осуществляется путем добавления материала слоями. Узнать больше(see page 1620)



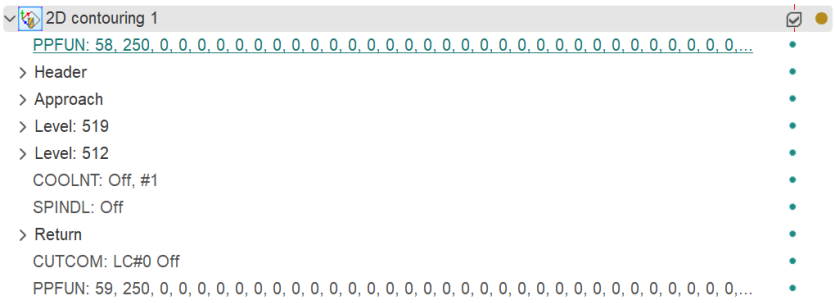
Траектория движения инструмента (формат CLData/G-кода).

Режим моделирования дает доступ к траектории инструмента (CLDATA) каждой операции. Если операция рассчитана, то рассчитанный результат представлен последовательностью команд CLDATA. Команды CLDATA объединены в иерархическую структуру, которая организована в соответствии с особенностями конкретного типа операции.

Click here to expand..

Данные могут быть представлены в формате ClData или G-кода.

CLData. ClData — это формат данных, позволяющий представлять как геометрическую, так и топологическую информацию, что облегчает создание точных и эффективных программ обработки.. Узнать больше(see page 1602)



G-код. G-код — это стандартизированный язык программирования числового программного управления, который используется для управления движениями и операциями станков с ЧПУ.. Узнать больше(see page 1616)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

```
%


( GENERATED BY SprutCAM )
( DATE: 25.06.2024 )
( TIME: 12:30:22 )

( TOOLS LIST )
( T39 CYLINDRICAL_MILL D80 )

G00G21G40G49G69G80G90G17
G53Z0.
G53B0.C0.
( 2D CONTOURING 1 )
G53Z0.
G53X0.Y0.
T39M6 (80MM CYLINDRICAL MILL)
G1
S40M3
G00B0.C0.
Y454.
G68.2X0.Y0.Z0.I0.J0.K360.
G53.1
G43H39X222.Y454.Z539.
G01G94Z519.F200M8
Y204.
Y-204.
G02X182.Y-244.I-40.J0.
G01X-182.
G02X-222.Y-204.I0.J40.
G01Y204.
Y454.
G00Z539.
```

6.2 Управление процессом моделирования (кнопки).

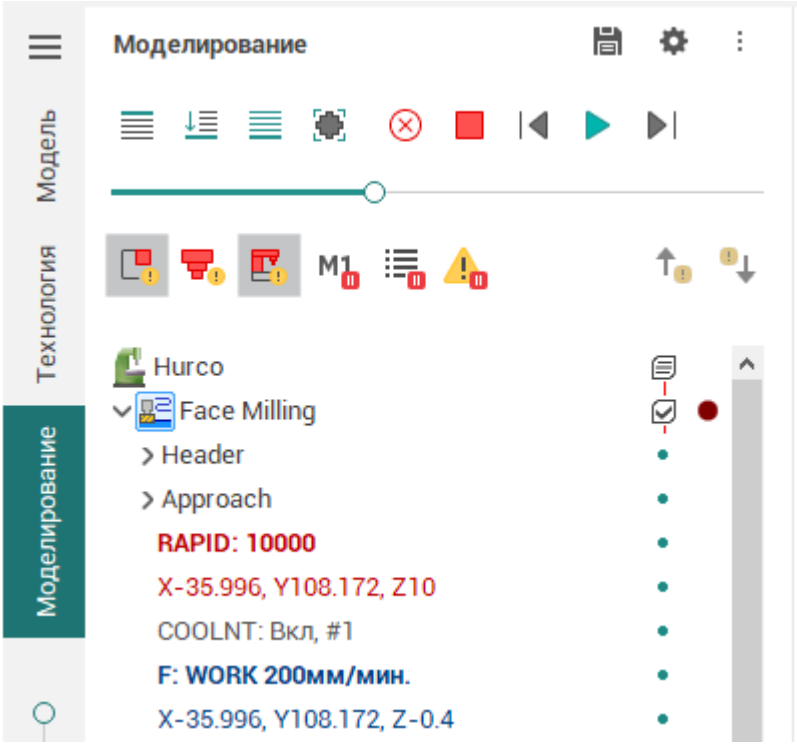
Режим имитации обработки позволяет пользователю получить представление обрабатываемой модели в процессе обработки. Это позволяет визуально контролировать качество обработки, анализировать наличие остатков материала и перерезов. Узнать больше(see page 1609)

6.3 Траектория перемещения инструмента

Смотри вложенные страницы

6.3.1 Структура траектории перемещения инструмента

В режиме моделирования обеспечивается доступ к траектории перемещения инструмента (CLDATA(see page 1603)) каждой операции технологического процесса. Если операция рассчитана, то результат расчета представляется в виде последовательности технологических команд CLDATA.



Технологические команды CLDATA представляют собой не линейный список, а иерархическую структуру, организованную в соответствии с особенностями каждого типа операции. Например, траектория построчной черновой операции(see page 895) состоит из горизонтальных слоев. Каждый слой, в свою очередь, состоит из строчек. Строчка уже содержит в себе элементарные команды типа <GOTO> и т. д. Таким образом, сложная траектория, выглядящая на экране как неразборчивый клубок линий, может быть рассмотрена по логическим частям, проанализирована и, если необходимо, отредактирована.
Технологические команды CLDATA представляют собой не линейный список, а иерархическую структуру, организованную в соответствии с особенностями каждого типа операции. Например, траектория построчной черновой операции состоит из горизонтальных слоев. Каждый слой, в свою очередь, состоит из строчек. Строчка уже содержит в себе элементарные команды типа <GOTO> и т. д. Таким образом, сложная траектория, выглядящая на экране как неразборчивый клубок линий, может быть рассмотрена по логическим частям, проанализирована и, если необходимо, отредактирована.

6.3.2 Список основных технологических команд CLDATA

В таблице перечислены команды CLDATA генерируемые CAM системой. Полный список команд описан в части 3 руководства <**Генератор постпроцессоров**>.

Слово	Значение
AXESBRAKE	Управление тормозами осей станка
CIRCLE	Перемещение по дуге окружности
COMMENT	Комментарий

© 2025 ООО СПРУТ Технология

COOLNT	Включение/выключение охлаждения
CUTCOM	Коррекция инструмента на длину или радиус
DELAY	Выстой (пауза)
EDMMOVE	Перемещение рабочих органов электроэрозионного станка
EXTCYCLE	Расширенный цикл (циклы сверления, точения, фрезерной обработки и т.п.)
FEDRAT	Подача
FROM	Начальная точка траектории
GOHOME	Возврат в нулевую точку станка
GOTO	Перемещения по прямой
INSERT	Непосредственный вывод строки в кадр УП
INTERPOLATION	Включение/выключение различных режимов интерполяции
LOADTL	Загрузка инструмента
MULTIARC	Многокоординатное перемещение по окружности
MULTIGOTO	Многокоординатные перемещения (линейные и поворотные оси, вспомогательные оси - рельсы, люнет, задняя бабка, кулачки патрона и т.п.)
OPSKIP	Условный пропуск
OPSTOP	Опциональный останов выполнения программы
ORIGIN	Определение системы координат
PhysicGOTO	Перемещение в физических осях станка
PLANE	Рабочая плоскость (XY/YZ/ZX)
PPFUN	Постпроцессорная функция
RAPID	Быстрый ход

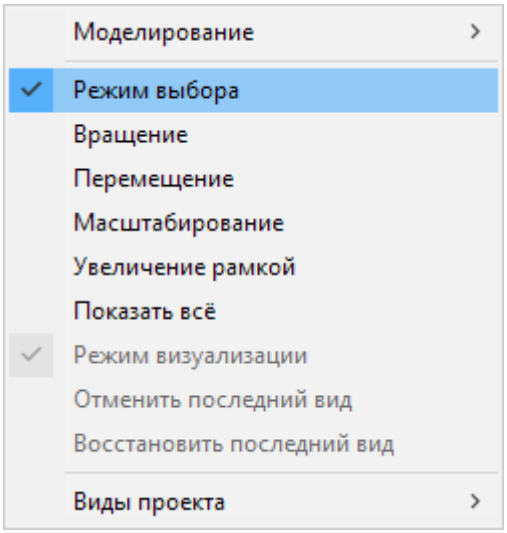
SELWORKPIECE	Выбор активной державки заготовки (патрон шпинделя, тиски и т.п.)
SINGLETHREAD	Нарезание резьбы за один проход
SPINDL	Включение/выключение шпинделя
STOP	Останов выполнения программы
TAKEOVER	Перехват заготовки из одного шпинделя в другой
WAIT	Ожидание точки синхронизации

6.3.3 Выбор технологических команд с помощью графического окна

Все технологические команды могут быть разделены на две большие группы: команды вызывающие и не вызывающие перемещение инструмента. К первой группе относятся такие команды как <**GOTO**>, <**CIRCLE**>, <**MULTIGOTO**>, <**PHYSICGOTO**>, <**GOHOME**>. Все остальные команды относятся ко второй группе. В том случае если включен режим визуализации траектории (кнопка  на панели управления видимостью(see page 108) нажата), каждой команде перемещения на экране будет соответствовать фрагмент кривой. Все команды перемещения образуют траекторию перемещения инструмента операции.

Активный (выбранный) узел и все его содержимое отображается на экране, если включена визуализация траектории. При смене активного узла соответствующим образом изменяется и изображение траектории инструмента в графическом окне.

Для перехода в режим выбора требуемого фрагмента траектории необходимо в выпадающем меню графического окна включить опцию "Режим выбора".



При движении мыши по графическому окну будут подсвечиваться объекты внутри текущей группы. Для перехода в начало подсвеченного фрагмента достаточно нажать на

© 2025 ООО СПРУТ Технология

нем левую кнопку мыши. Траектория вне выбранного узла отображается полупрозрачно, не подсвечивается и не может быть выбрана. Для перехода на базовый (родительский относительно выбранного) узел дерева траектории, следует сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши в поле графического окна.

6.3.4 Функции редактирования траектории

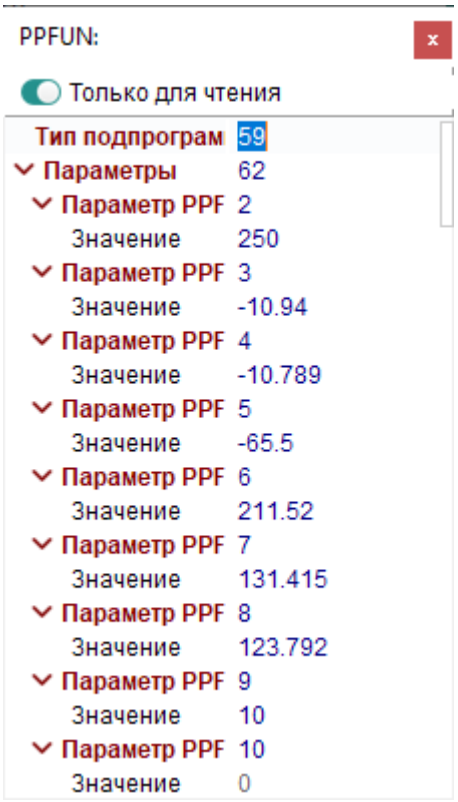
Последовательность технологических команд может быть отредактирована пользователем. При перерасчете операции внесенные изменения не сохраняются.

Выбранный узел дерева траектории может быть удален, скопирован или вырезан в буфер обмена с помощью стандартных клавиш:

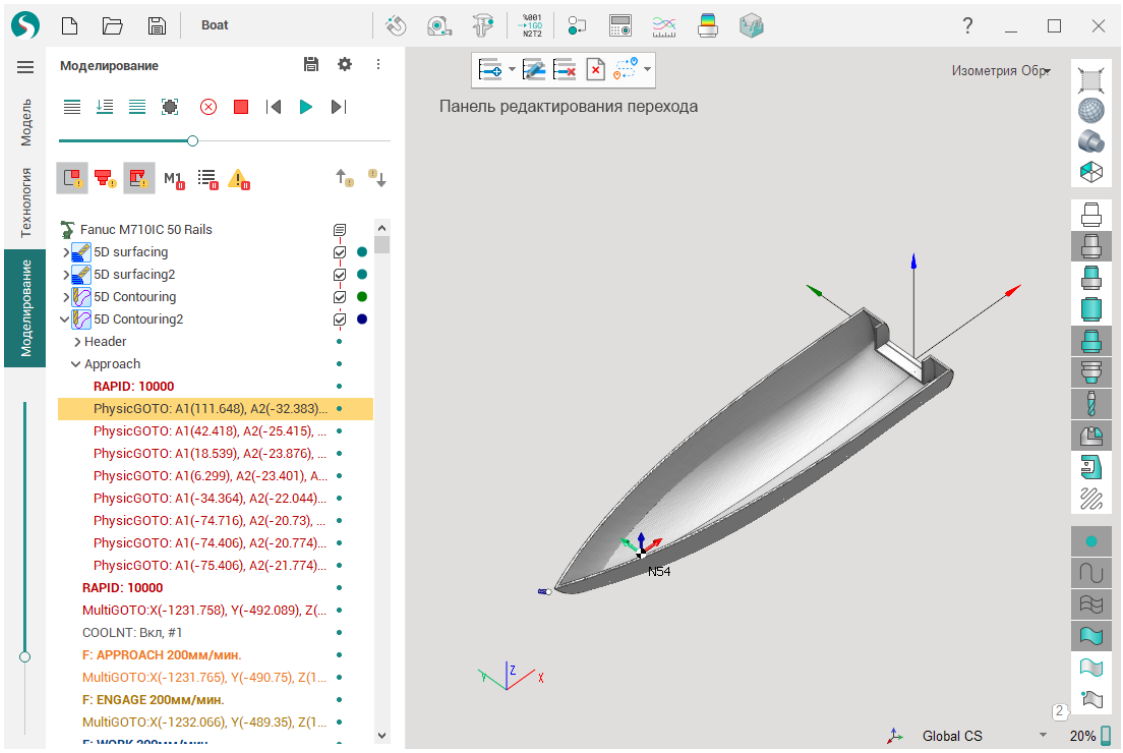
- [Del] – удалить выбранный узел дерева команд;
- [Ctrl+X] – вырезать выбранную команду в буфер обмена;
- [Ctrl+C] – скопировать выбранную команду в буфер обмена;
- [Ctrl+V] – вставить команду из буфера обмена перед выбранной командой.

Окно редактирования параметров текущей команды открывается по двойному щелчку мышью на команде, либо через пункт <Редактировать> во всплывающем меню.

Заголовок окна определяется названием редактируемого узла, ниже идет список параметров выбранной команды. Окно не является модальным, т.е. его не нужно закрывать для редактирования параметров другого узла. Для редактирования параметров необходимо отключить режим "Только для чтения"



Редактирование подхода/отхода

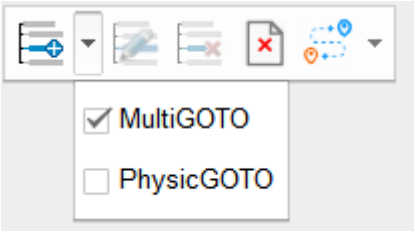


Если в дереве команд выбранный узел относится к подходу или отходу, то становится доступной панель редактирования подхода/отхода (см. скриншот). На этой панели находятся кнопки для более удобного редактирования подходов или отходов. Далее эти кнопки перечислены слева направо:



- **Вставить текущее состояние** – эта кнопка вставляет текущее состояние станка в дерево. Новая команда добавляется перед текущим выбранным узлом дерева.

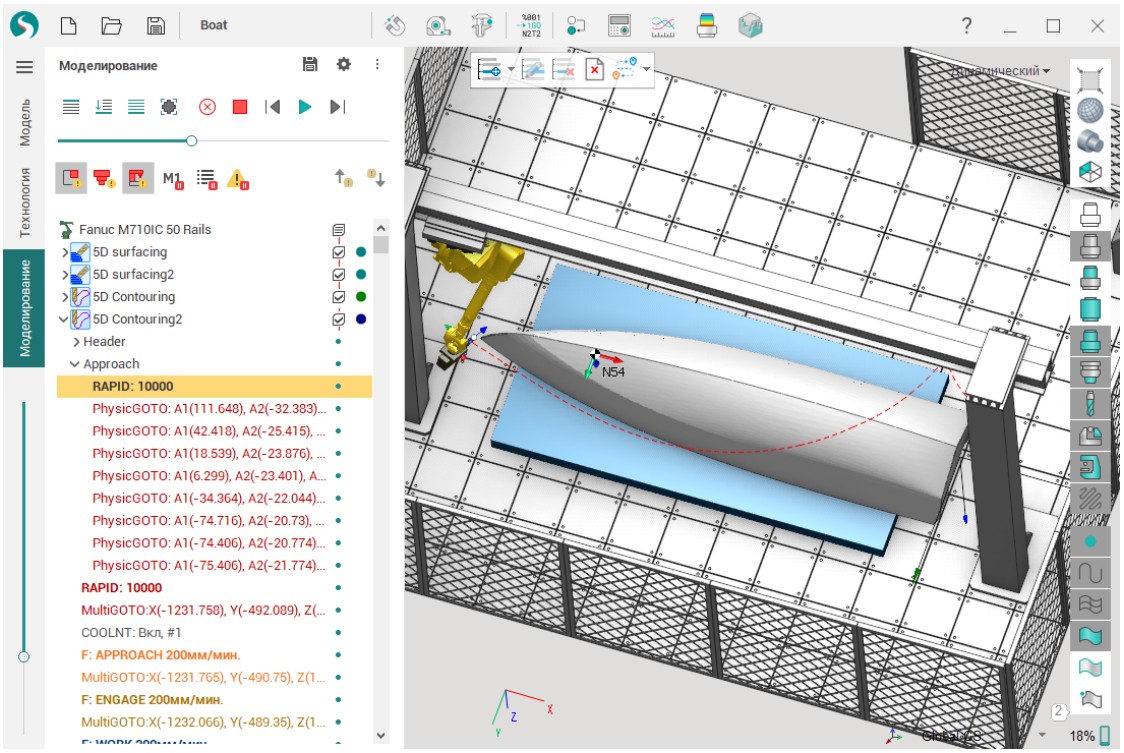
С помощью выпадающего меню можно изменить тип вставляемого узла (**PhysicGOTO** или **MultiGOTO**).



- **Изменить текущее состояние** – по нажатию этой кнопки начинается редактирование текущего узла дерева в интерактивном режиме. Координаты выбранного узла будут синхронизироваться с текущим положением станка. Чтобы окончить редактирование нажмите эту кнопку еще раз.
- **Удалить текущее состояние** – удалить выбранный узел дерева команд.
- **Очистить подход/отход** – удаляет все команды в подходе или отходе кроме последней (которая соответствует конечной точке подхода/отхода).
- **Использовать планировщик пути (Motion Planner)** - сгенерировать траекторию подхода или отхода автоматически (с заданной начальной и конечной точкой) с помощью одного из алгоритмов поиска пути. Параметры планировщика (например, максимальное время поиска пути) можно задать через выпадающее меню. На скриншоте ниже показан пример запуска планировщика пути и полностью

© 2025 ООО СПРУТ Технология

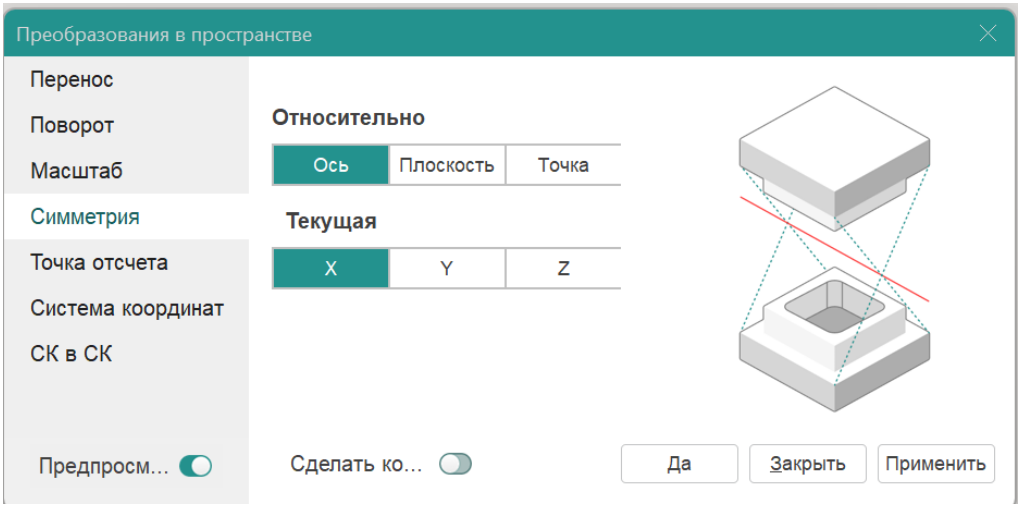
автоматически сгенерированной траектории подхода. Если полученная траектория не совсем удовлетворительна, ее можно отредактировать с помощью данной панели.



На этой картинке вся траектория подхода была сгенерирована автоматически с использованием планировщика пути. Если сгенерированная траектория не является удовлетворительной, интерактивное редактирование может использоваться для исправления подхода/отхода.

6.3.5 Пространственные преобразования траектории

Траектория операции может быть трансформирована целиком. Для этого необходимо нажать правую кнопку мыши на нужной операции и в открывшемся меню выбрать пункт <Преобразование траектории>. Задание параметров в открывшемся окне совпадает с преобразованием геометрической модели и описано в соответствующем разделе(see page 242).



Тип преобразования определяется в окне выбранной закладкой:

- <**Перенос**> позволяет перенести траекторию инструмента в произвольном направлении;
- <**Поворот**> позволяет повернуть траекторию относительно заданной точки на любой угол;
- <**Симметрия**> позволяет симметрично отобразить траекторию относительно произвольной вертикальной плоскости;
- <**Масштабирование**> позволяет отмасштабировать траекторию инструмента, причем коэффициенты масштабирования могут быть различны по всем осям;
- <**Установка нуля**> позволяет перенести траекторию, используя ее габаритные размеры.

6.4 Управление процессом моделирования

Режим моделирования обработки позволяет получить изображение обрабатываемой детали в процессе обработки, визуально проконтролировать качество обработки, проанализировать наличие остаточного материала и зарезов.

При первом входе в режим моделирования, автоматически создается модель заготовки для обработки. При повторном входе обрабатываемая деталь не изменяется. То есть, результаты моделирования сохраняются, и эмуляция обработки может быть продолжена.

Начальная заготовка для моделирования инициализируется по заданной заготовке в корневом узле техпроцесса(see page 732). Моделирование процесса обработки модифицирует форму этой заготовки.

При нажатии на одну из кнопок  будет учитываться начальная заготовка операции и результат её обработки. Поэтому деталь может отличаться от полученной при пошаговом моделировании с самого начала в случае, если при проектировании процесса обработки была разорвана цепочка передачи промежуточной заготовки от операции к операции. (В одной или нескольких операциях была переопределена заготовка: удалена ссылка на результат предыдущей операции или добавлены новые объекты.)

***Примечание**: Зачастую при открытии проектов предыдущих версий цепочка передачи заготовки между операциями не может быть восстановлена или начальная заготовка может быть не определена. В этом случае моделирование обработки может выглядеть не всегда корректно. В большинстве случаев к правильному результату приводит следующая последовательность действий: сделать активной первую*

© 2025 ООО СПРУТ Технология

операцию, нажать кнопку  *для инициализации заготовки на начало операции, а затем выполнить плавное моделирование обработки.*

Для сброса результатов моделирования достаточно нажать кнопку  . При этом заготовка будет заново проинициализирована в соответствии с параметрами, заданными в корневом узле технологического процесса.

Сопутствующие ссылки:

Управление движением инструмента(see page 1610)

Анализ ошибок в процессе моделирования(see page 1611)

Оптимизация подач(see page 1612)

Задание параметров заготовки(see page 1613)

Турбо режим моделирования(see page 1614)

Экспорт результата моделирования(see page 1615)

6.4.1 Управление движением инструмента

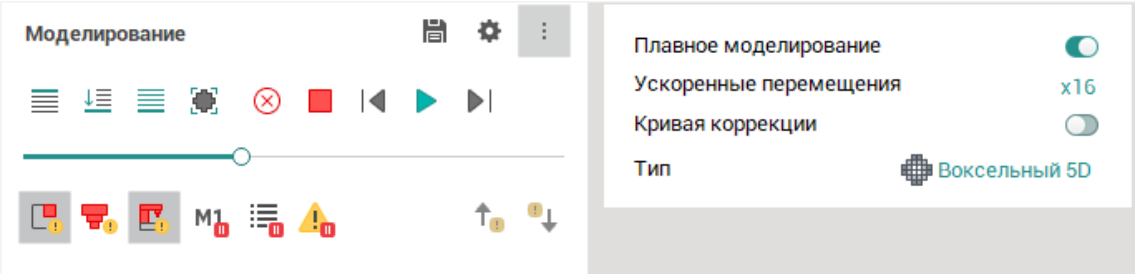
Процесс моделирования может быть запущен одной из кнопок в следующем списке. Последние три кнопки запускают быстрое моделирование, т.е. экран будет обновлен один раз по окончанию процесса формирования модели. Остальные кнопки запускают пошаговое моделирование, т.е. графический экран будет обновляться многократно в зависимости от заданного способа движения инструмента.

-  – моделирование в обратном направлении на один шаг назад;
-  – остановка процесса моделирования;
-  – моделирование выбранного узла. Процесс останавливается при переходе на следующий узел в дереве траектории;
-  – пошаговое моделирование от выбранного узла до конца техпроцесса. Перерисовка экрана происходит многократно в зависимости от заданного способа движения инструмента;
-  – быстрое моделирование выбранной операции (узла траектории). Отрабатывают все технологические команды внутри выбранного узла. Процесс моделирования останавливается при достижении следующей операции (узла). Прорисовка выполняется один раз по завершению процесса моделирования;
-  – быстрое моделирование до текущей операции. Отрабатывают все технологические команды от начала техпроцесса и до выбранного узла траектории или операции. Прорисовка выполняется один раз по завершению процесса моделирования;
-  – быстрое моделирование всего техпроцесса. Вне зависимости от выбранного узла отрабатывают все команды технологического процесса. Прорисовка выполняется один раз по завершению процесса моделирования.

***Примечание**: Если нет необходимости моделировать весь процесс обработки, а надо детально просмотреть лишь отдельную операцию, то удобнее всего сделать*

активной интересующую операцию (или узел её траектории) и нажать на кнопку  *для инициализации заготовки на начало выделенного узла. Затем можно использовать обычные функции для пошагового или плавного моделирования.*

Способ движения инструмента задается с помощью переключателя:



- <Плавно> (опция включена). Инструмент будет двигаться плавно, с постоянной скоростью. В этом режиме возможна регулировка визуальной скорости движения инструмента при помощи соответствующего движка. Крайнее левое положение движка соответствует наименьшей скорости движения, крайнее правое – наибольшей.
- <По кадрам> (опция отключена). Инструмент будет двигаться от кадра к кадру программы, с отрисовкой только в промежуточных точках.

Сопутствующие ссылки:

Управление процессом моделирования(see page 1609)

6.4.2 Анализ ошибок в процессе моделирования

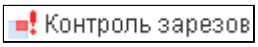
Каждый узел дерева траектории имеет статус. Статус узла отображается иконкой:

- < > – Операция не будет моделироваться, и не будет выводиться в управляющую программу
- < > – Операция не рассчитана(see page 418) (не имеет траектории);
- < > – Операция рассчитана(see page 418) (имеет траекторию);
- < > – Операция рассчитана и смоделирована без ошибок;
- < > – В процессе моделирования операции были обнаружены ошибки (внутри операции имеются команды CLData помеченные красным восклицательным знаком);
- < > – Технологическая команда CLData отключена. Она не моделируется, и не будет выводиться в управляющую программу;
- < > – Технологическая команда CLData не моделировалась;
- < > – Технологическая команда CLData моделировалась без ошибок;
- < > – В процессе моделирования технологической команды CLDATA была обнаружена ошибка;
- < > – Технологическая команда перемещения является холостым ходом. В процессе моделирования было установлено, что при отработке команды перемещения не производится снятие материала заготовки.

В процессе моделирования анализируется влияние технологической команды на заготовку и команде выставляется соответствующий статус.

Контролируются следующие типы ошибок траектории:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

-  - Не допускается резание материала заготовки на ускоренной подаче. В случае если ход перемещения выполняется на ускоренной подаче и происходит резание, то ход помечается как ошибочный.
-  - Не допускается столкновение державки (шпинделя) с заготовкой. В случае если в процессе перемещения было обнаружено столкновение державки (шпинделя) с заготовкой, то ход помечается как ошибочный.
-  - В процессе моделирования анализируется коррекция на радиус инструмента. Величина коррекции задается в окне *Параметры* на страничке *Инструмент* для каждой операции. Если коррекция на радиус не может быть отработана для текущей команды CLData, то ход помечается как ошибочный.
-  - Врезание в материал под углом, превышающий предельный угол врезания для используемого инструмента.
-  - Столкновение узлов станка.
-  - Обнаружен зарез детали (появляется, если включена опция  в инспекторе в параметрах операции).
-  - Перемещение оси вне ограничений.
-  - Ошибка направления вращения инструмента и шпинделя.
-  — Превышение нагрузки на инструмент (появляется, если включена опция < Помечать перегрузку > в разделе *Адаптивная подача* на панели параметров *Режимы обработки* для черновой послойной операции).

Характер произошедшей в узле ошибки описан во всплывающей подсказке, которая возникает после небольшой задержки при наведении указателя мыши на ошибочный узел.

Кнопка  определяет поведение системы при обнаружении ошибки. Если кнопка нажата, то при обнаружении ошибки процесс моделирования останавливается. При отжатой кнопке ошибочный узел помечается, а процесс моделирования продолжается. В дальнейшей работе быстрый поиск помеченных узлов может осуществляться из контекстного меню или по кратчайшим клавишам:

-  **<Следующая ошибка>** – переход к следующей ошибке;
-  **<Предыдущая ошибка>** – переход к предыдущей ошибке.

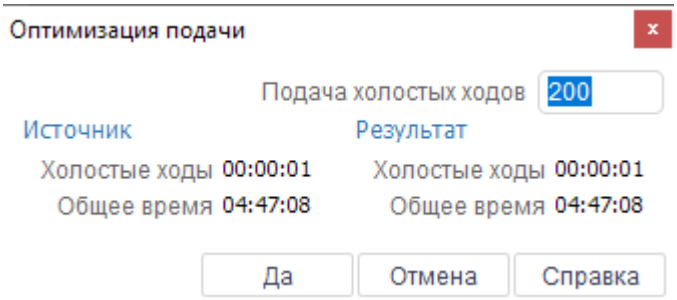
Для того чтобы сбросить статус отдельного узла дерева, необходимо открыть контекстное меню узла, щелкнув правой кнопкой мыши на нем, и выбрать соответствующую команду.

Сопутствующие ссылки:

Управление процессом моделирования(see page 1609)

6.4.3 Оптимизация подач

После выполнения моделирования можно изменить подачу для всех команд перемещения, помеченных как холостой ход. Для этого нужно выбрать операцию и вызвать пункт <Оптимизация подач> из контекстного меню.



В левой части окна показывается общее машинное время выбранной операции и время, которое затрачивается на перемещение по холостым ходам. В правой части окна показывается машинное время, которое получится после замены подачи холостых ходов на указанную величину. При нажатии на кнопку <**Да**>, последовательность технологических команд выбранной операции будет изменена. В нее будут вставлены новые команды <**FEDRAT**>, обеспечивающие переключение подачи перед холостым ходом.

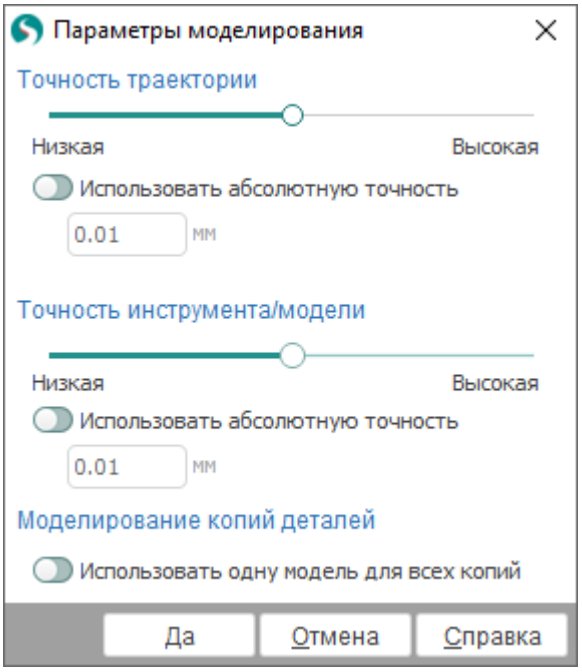
***Примечание**: В том случае если в траектории операции нет холостых ходов, то оптимизация подач не приведет к изменению машинного времени. Не имеет смысла устанавливать подачу холостых ходов меньше чем рабочая подача операции, поскольку это приведет к увеличению машинного времени.*

Сопутствующие ссылки:

Управление процессом моделирования(see page 1609)

6.4.4 Задание параметров заготовки

Окно редактирования параметров моделирования открывается нажатием кнопки ⚙ в окне моделирования обработки(see page 1602).

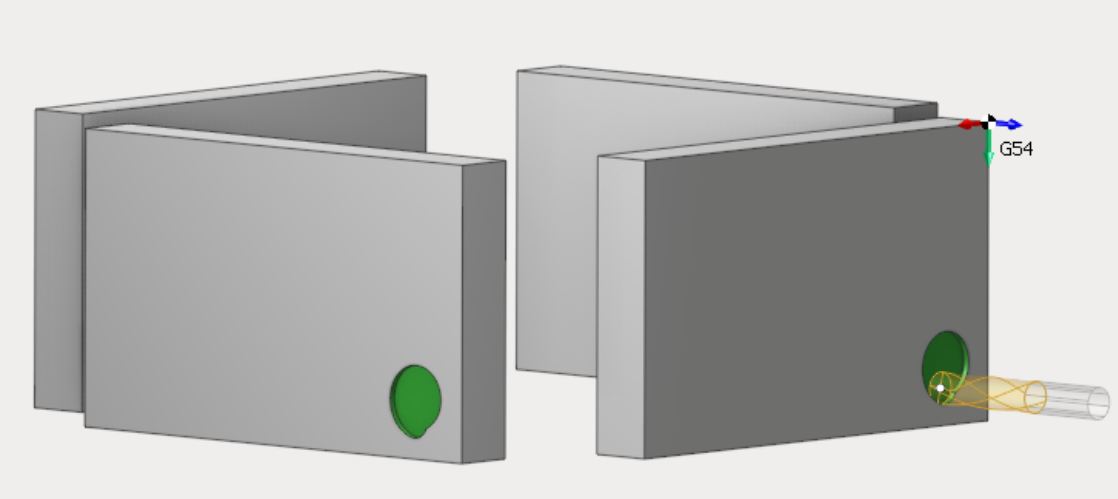


© 2025 ООО СПРУТ Технология

Точность моделирования может задаваться либо с помощью движка, в пределах от Низкой до Высокой, либо в абсолютных величинах, если отмечен флажок Абсолютная точность. Выбранная точность влияет на инструмент, заготовку и траекторию. Чем ниже значение точности, тем быстрее осуществляется моделирование, но качество получаемой модели снижается. По умолчанию используется относительная точность, задаваемая с помощью движка. В этом случае конкретные значения абсолютной точности для инструмента, заготовки и траектории выбираются автоматически, в зависимости от их габаритов. Это гарантирует получение хорошего результата для большинства заготовок и траекторий. Однако есть возможность и задать единое абсолютное значение точности, чтобы обеспечить надежный результат в сложных случаях.

Точность может изменяться пользователем динамически в ходе моделирования. Так что, наиболее интересные участки траектории могут моделироваться с более высокой точностью.

Параметр "Использовать одну модель для всех копий" очень полезен при работе с проектами, в которых есть множеством копий детали. Опция позволяет использовать меньше оперативной памяти для процесса моделирования и, как следствие, повышает быстродействие моделирования.



Примечание:

- *Не рекомендуется задавать высокую точность моделирования на недостаточно мощных компьютерах.*
- *После любого изменения в этом окне необходимо сбросить заготовку на странице симуляция, нажав кнопку сброса*

Сопутствующие ссылки:

Управление процессом моделирования(see page 1609)

6.4.5 Турбо режим моделирования

Во время выполнения моделирования обработки для 3D фрезерования Вы можете использовать турбо режим. Этот режим включается выбором кнопки <Turbo mode> на панели <Моделирования>. В этом режиме существенно увеличивается скорость моделирования, особенно в режиме экрана <Проволочный>. При использовании турбо режима возможно моделирование даже очень больших траекторий на "слабых" компьютерах.

В настоящее время турбо режим работает только для 3х-осевого фрезерования. Он не действует для фрезерования в 5-ти и 3+2 осях, а также в токарных операциях. Точность

моделирования управляется ползунками <Точность модели> / <Точность инструмента> в окне <Выбор параметров заготовки>. Это окно открывается по нажатию кнопки <Точность> в подвале панели <Моделирования>. Точность изменяется в диапазоне 125-250-500-1000-2000. По умолчанию система задает точность 500 (500x500 столбиков).

Сопутствующие ссылки:

Управление процессом моделирования(see page 1609)

6.4.6 Экспорт результата моделирования

Окно экспорта результатов моделирования открывается нажатием кнопки в окне моделирования обработки(see page 1602) либо из <Основного меню(see page 76)>. В данном окне будет предложено ввести имя экспортируемого файла в формате STL. В дальнейшем полученный результат можно будет использовать для импорта геометрической модели(see page 210), например в качестве заготовки для использования в другом проекте, либо в любой другой программе, поддерживающей импорт данного формата.

Сопутствующие ссылки:

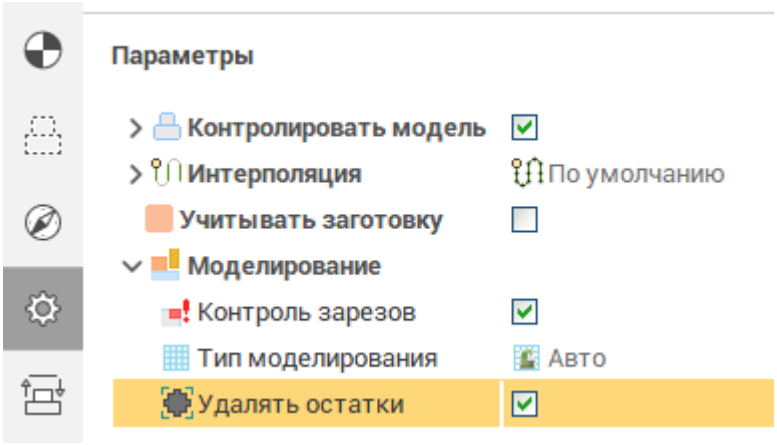
Управление процессом моделирования(see page 1609)

6.4.7 Функция удаления остатков

Данная функция удаляет куски заготовки (или проще, остатки), которые не пересекаются с геометрией детали (поэтому главным условием **корректности** результата работы функции является наличие **детали**).

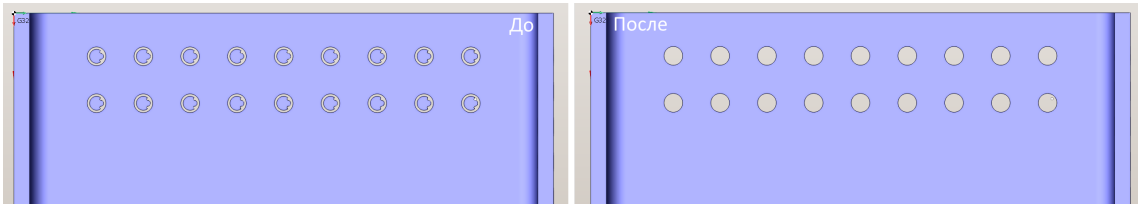
Функция может быть запущена двумя способами:

1. Нажатием на кнопку на странице «Моделирование»
2. Включением опции Удалять остатки в параметрах операции на вкладке "Параметры". В таком случае остатки будут удалены автоматически после моделирования операции.



Пример:

© 2025 ООО СПРУТ Технология



6.5 Моделирование обработки по управляющей программе

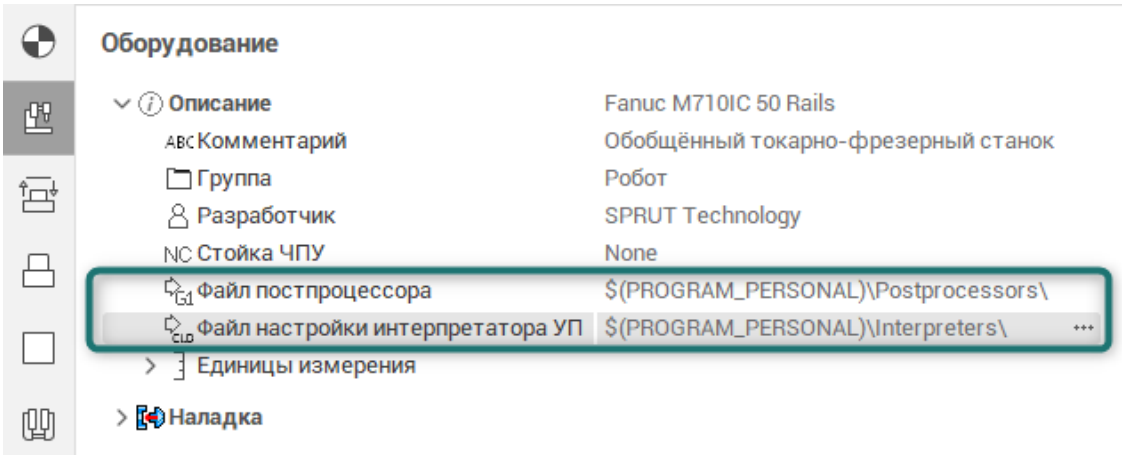
Режим моделирования обработки по управляющей программе (УП) позволяет учесть особенности реализации постпроцессора при моделировании обработки. В этом режиме система автоматически формирует УП для каждой операции при её расчёте(see page 418). Управление моделированием выполняется аналогично обычному управлению моделированием(see page 1609).

Включение режима моделирования по УП.

Включение осуществляется кнопкой  на панели инструментов, при активной закладке <Моделирование>.

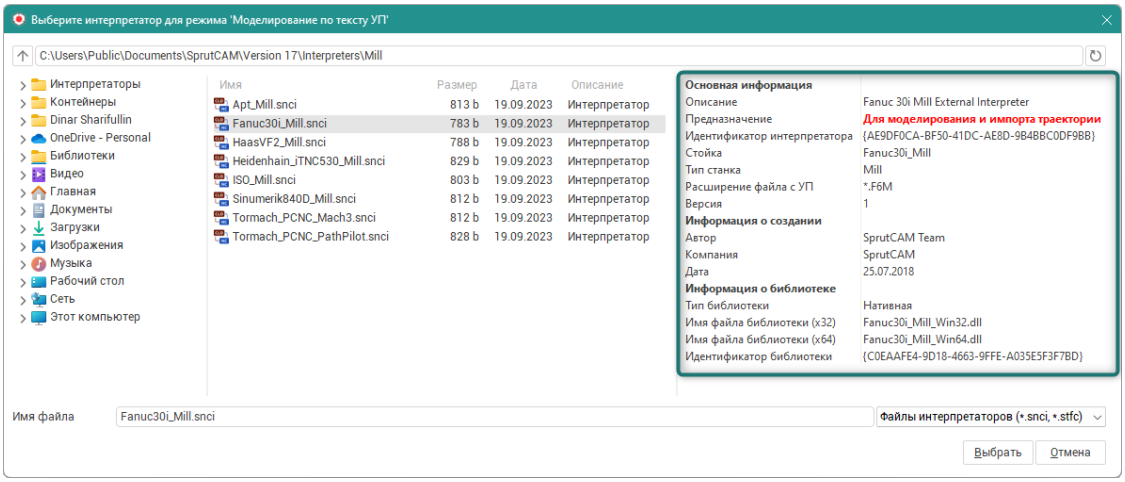
***Примечание**: Кнопка становится недоступной для переключения в случае, если используется режим* многозадачной обработки(see page 1437)*;*

Параметры режима моделирования по УП.
Моделирование по тексту управляющей программы выполняется на основе выбранного файла постпроцессора(see page 155) *и* файла интерпретатора(see page 156), заданных на панели параметров < Оборудование(see page 408) > станка.

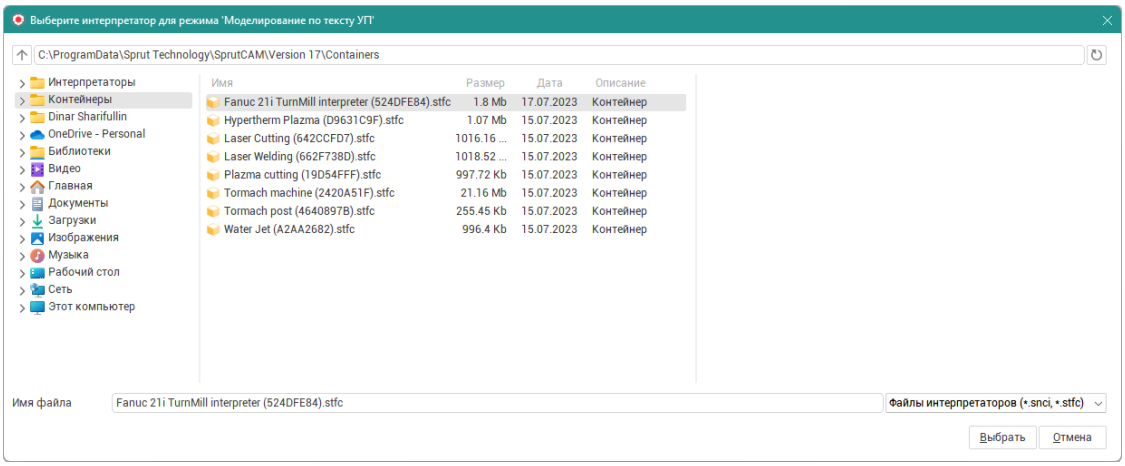


> Интерпретатор представляет собой файл настроек системы ЧПУ станка (*.snci), расположенный в каталоге $(PROGRAM_PERSONAL)\Interpreters(see page 139).

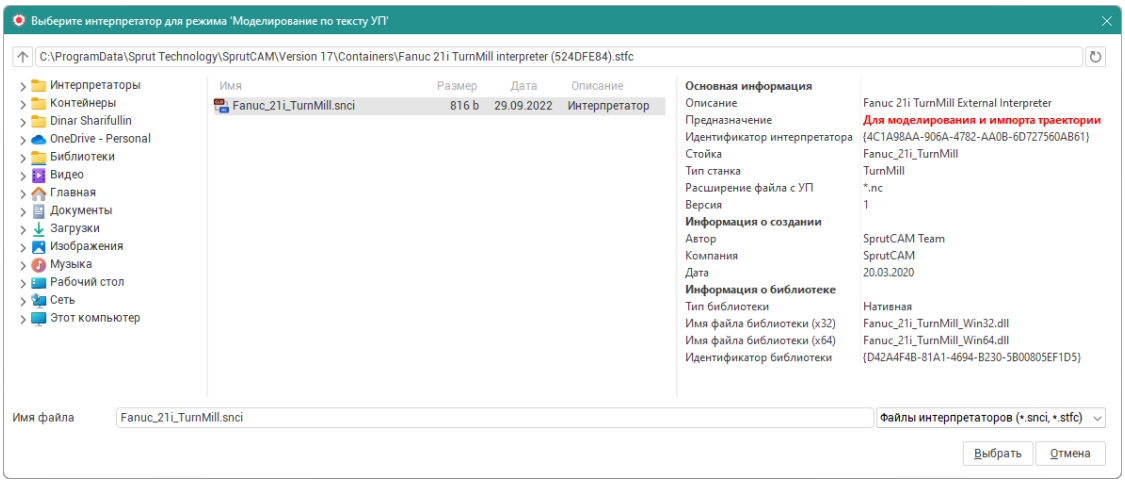
В процессе выбора доступна панель предварительного просмотра информации об интерпретаторе (описание, предназначение, тип стойки, авторы и прочее):



Поддерживается возможность выбора интерпретатора из контейнера. Для этого получите контейнер с интерпретатором(see page 159). Затем откройте окно выбора интерпретатора и перейдите в папку с контейнерами.



Войдите в полученный контейнер как в папку, выберите интерпретатор для моделирования внутри контейнера.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Задание постпроцессора и интерпретатора "по-умолчанию" в кинематической схеме станка
Существует возможность задания имени файла постпроцессора и имени файла интерпретатора "по умолчанию" в кинематической схеме станка. Для этого в XML-файл схемы станка нужно добавить теги **SPPFile**, **SNCIFile** со ссылками на соответствующие файлы и перезапустить CAM систему.
Теперь, при выборе станка в CAM системе, постпроцессор и интерпретатор будут уже заданы, а их значения получены из кинематической схемы. При необходимости, из пользовательского интерфейса CAM системы, для текущего проекта значения постпроцессора и интерпретатора можно переопределить.
Пример:
<SCType ID="Fanuc 30i" Caption=""Fanuc 30i" type=""Fanuc30i" Enabled="true">
<... другие теги ... />
<**SPPFile** DefaultValue="$(PROGRAM_PERSONAL)\Postprocessors\Mill\Fanuc (30i)_Mill.sppx"/>
<**SNCIFile** DefaultValue="$(PROGRAM_PERSONAL)\Interpreters\Mill\Fanuc (30i)_Mill.snci"/>
<... другие теги ... />
</SCType>

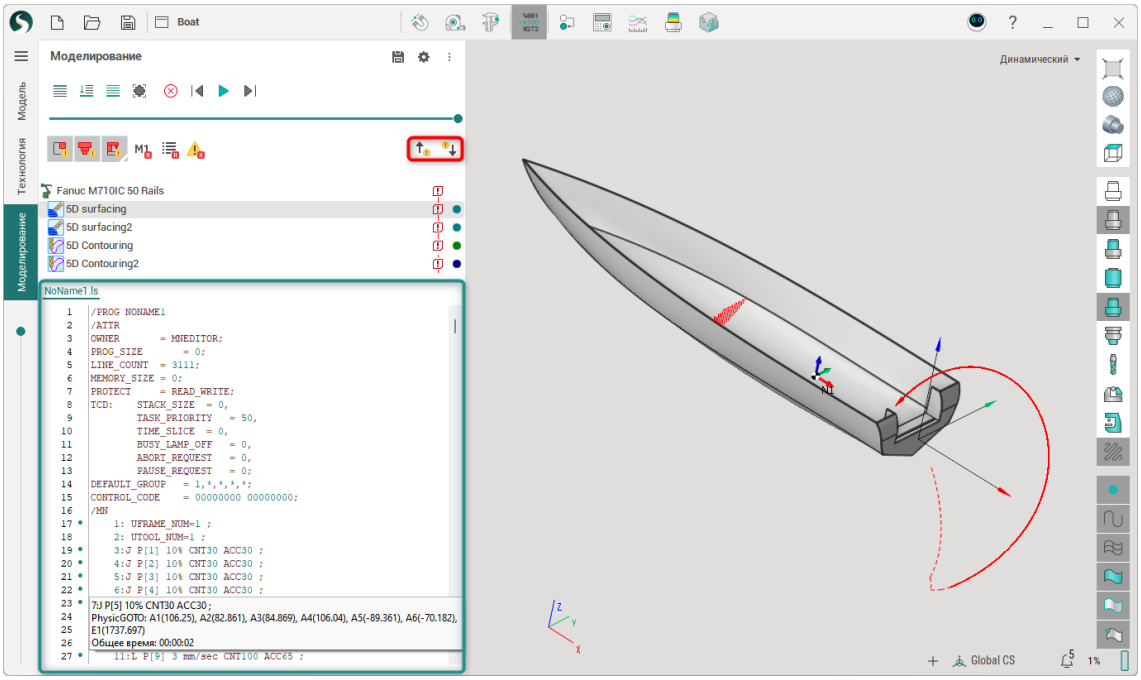
Особенности моделирования по УП.

Если режим включен, то после расчёта траектории движения инструмента(see page 418) CAM система автоматически сформирует управляющую программу для станка с ЧПУ с заранее выбранным файлом настроек постпроцессора, выполнит преобразование текста управляющей программы в траекторию движения инструмента. Сформированная траектория будет учитывать особенности реализации постпроцессора. Текст управляющей программы для выбранной операции отображается в нижней части страницы режима <Моделирование>, сразу после списка операций технологического процесса.

После небольшой задержки указателя мыши над строкой с текстом управляющей программы во всплывающей подсказке появляется описание связанных с ней узлов дерева траектории (технологических команд CLData).

***Примечание**: Подсказку можно скрыть, для этого достаточно немного сдвинуть указатель мыши или нажать любую клавишу, например [**Esc**] или одну из клавиш навигации по тексту управляющей программы: [↓] или [↑].*

Слева от текста управляющей программы имеется служебное поле, для отображения вспомогательной информации. Помимо номера, для каждой строки отображается статус всех связанных с ней узлов дерева траектории(see page 1611). Значения отображаемых иконок аналогичны тем, которые используются для технологических команд CLData. Таким образом, можно однозначно идентифицировать кадр управляющей программы, в котором существуют ошибочные узлы дерева траектории. Кнопки  и  позволяют перемещаться по тексту управляющей программы между ошибками.



Поддержка сторонних интерпретаторов.

Поддерживаются интерпретаторы сторонней разработки для моделирования по тексту управляющей программы. Файл настроек интерпретатора (*.snci) должен содержать ссылку на программную библиотеку, при помощи которой производится интерпретация текста УП. На странице Создание собственного интерпретатора[16] приведено описание процесса создания вашего собственного интерпретатора: файла настроек и программного интерфейса приложения (API).

6.5.1 Процесс моделирования обработки по тексту управляющей программы

В режиме моделирования обработки по тексту управляющей программы в расчёт операции, кроме формирования траектории движения инструмента, добавлены ещё два этапа:

- генерация текста управляющей программы по сформированной траектории;
- интерпретация текста управляющей программы во вторичную (восстановленную по тексту УП) траекторию движения инструмента.

Моделирование обработки использует вторичную (восстановленную) траекторию движения инструмента.

Генерация текста управляющей программы по первичной траектории

16 https://docs.sprut.ru/Interpreters/18/ru/10292.html

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Генерация текста управляющей программы производится посредством выбранного для станка постпроцессора[17]. В процессе постпроцессирования служебная переменная режим работы постпроцессора[18] <**WorkingMode**> принимает значение, равное 1.

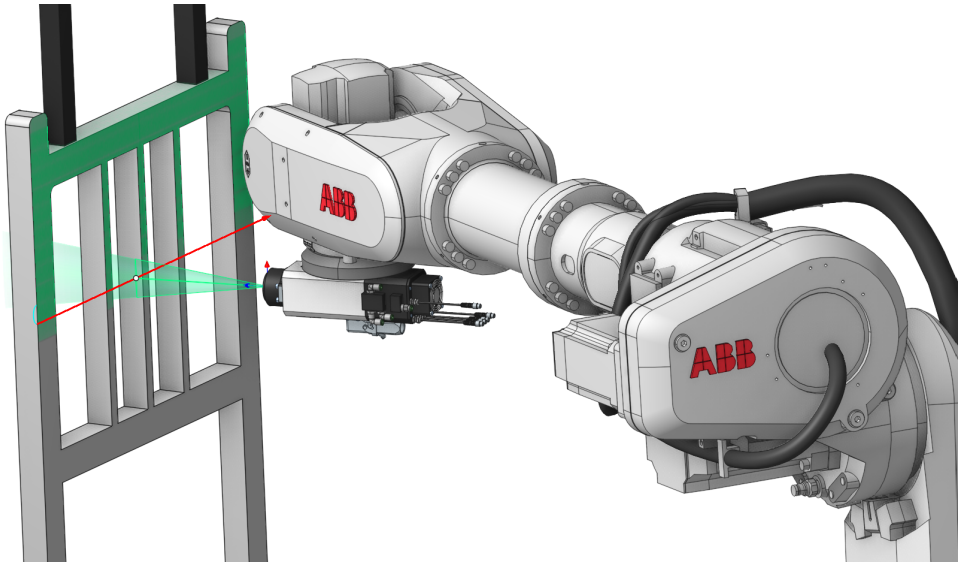
Интерпретация текста управляющей программы

- последовательно читает кадры управляющей программы;
- используя информацию о регистрах, полученную от интерпретатора, выделяет из кадра управляющей программы слова (или смысловые конструкции) либо предлагает интерпретатору выделить слова самостоятельно;
- передаёт слова интерпретатору в порядке их нахождения в кадре;
- интерпретатор, учитывая особенности станка, преобразует слова управляющей программы в технологические команды CLDATA, которые образуют восстановленную траекторию движения инструмента.

Описание интерпретатора приведено в разделе Структура интерпретатора[19].

Взаимодействие CAM системы с интерпретатором для получения вторичной (восстановленной) траектории движения инструмента подробно описано в разделе Процесс интерпретации текста управляющей программы[20].

6.6 Моделирование покраски



6.6.1 **Область применения:**

Моделирование покраски позволяет увидеть области детали, которые будут покрашены, а также выполнить контроль толщины будущего лакокрасочного покрытия (в зависимости от выбранного типа моделирования покраски).

17 https://kb.sprutcam.com/docs/SprutCAM/17/ru/10291.html
18 https://kb.sprutcam.com/docs/Inp/17/ru/216.html
19 https://kb.sprutcam.com/docs/Interpreters/17/ru/10294.html
20 https://kb.sprutcam.com/docs/Interpreters/17/ru/10299.html

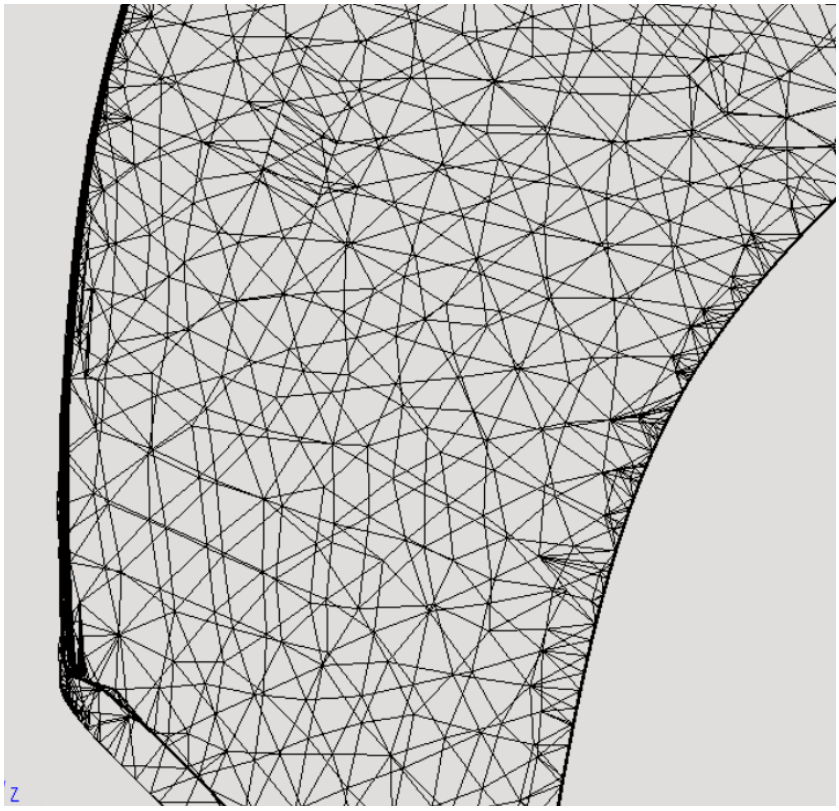
6.6.2 Советы по созданию проекта с операцией покраска.

6.6.2.1 1.Рекомендации к используемой модели

Нажмите здесь для раскрытия...

Перед загрузкой модели в нашу CAM-систему мы рекомендуем вам подготовить эту модель, удалив некоторые мелкие и ненужные элементы для покраски и максимально упростив вашу модель.

Если вы загружаете модель STL или PLY, мы рекомендуем вам сделать равномерную сетку с помощью специального программного обеспечения, примерно как на картинке ниже.



Когда вы упростите свою модель в соответствии с этими рекомендациями, вы получите гораздо более плавное и быстрое моделирование покраски.

6.6.2.2 2.Подготовка операции для покраски

Нажмите здесь для раскрытия...

Перед созданием операции покраски, необходимо предварительно загрузить деталь на странице «3D Модель». После создания операции необходимо совершить следующие действия:

- в качестве детали для операции задать деталь, которая будет покрашена;
- в качестве заготовки для операции задать пустую заготовку
- В параметрах операции выберите тип моделирования **Покраска.**

© 2025 ООО СПРУТ Технология

6.6.2.3 3.Выберите типы покраски

Нажмите здесь для раскрытия...

There are two types of painting simulation in the system:

- **Simple.** This type of painting simulation shows which areas of the model will be painted. After selecting this type, it remains only to calculate the toolpath and on the "Simulation" page to see the result of painting.
- **Thickness measurement.** This type shows not only the areas to be painted, but also displays the approximate thickness of the future paintwork. To use it correctly, you should perform the following steps:

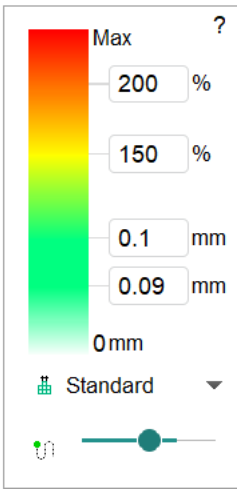
    a. set the work feed
    b. set the paint flow rate

After that, you can perform the calculation of the operation and go to the **Simulation** page.

6.6.2.4 4.Use Painting simulation form.

Нажмите здесь для раскрытия...

На странице **Моделирование**, при выборе операции покраски в дереве операций, будет отображаться форма, которая позволяет управлять параметрами моделирования покраски.



На форме отображается цветная шкала, нижний цвет которой соответствует допустимой толщине покрытия и отображается по цвету инструмента, а жёлтый и красный цвета нужны для отображения избыточной толщины наложения краски.

Для допустимой толщины может быть задан диапазон значений в мм. Для избыточной толщины значения задаются в процентах от верхнего значения допустимой толщины (по примеру на картинке: 150% от 0.1 это 0.15).

Также можно изменять разрешение модели, что будет влиять на точность и соответственно на производительность. После изменения разрешения необходимо нажать «Сброс» и запустить моделирование .

Последний параметр на форме позволяет задать шаг моделирования покраски. При большем шаге уменьшается точность, но увеличивается производительность. Данный параметр, например, можно использовать для

быстрого получения результата, когда требования к точности не столь высоки.

Примечание: Стоит отметить, что только параметр «Разрешение модели» требует сброса. Все остальные параметры оказывают влияние на моделирование покраски сразу же после изменения.

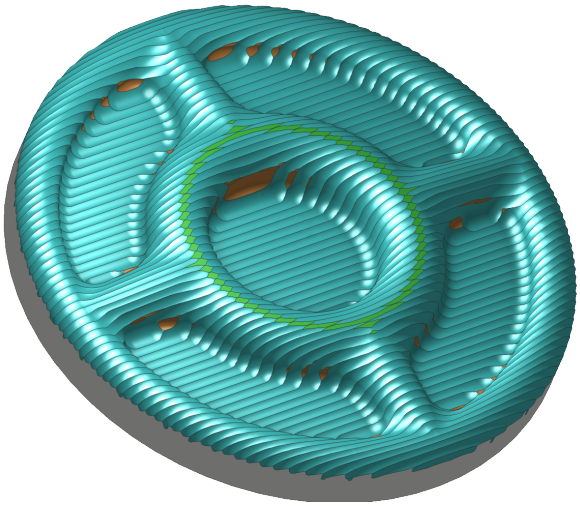
6.6.2.5 5.Рекомендации к цвету детали

Нажмите здесь для раскрытия...

Мы рекомендуем вам установить черный цвет для детали на странице Моделирование, потому что таким образом гораздо лучше контролировать толщину покраски.

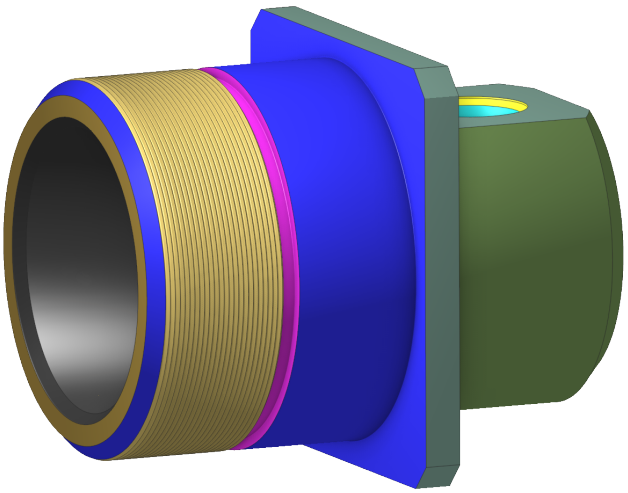
6.7 Твердотельное моделирование

В твердотельном методе моделирования заготовка представлена в виде полигонального твердого тела. Это позволяет с высокой достоверностью моделировать сложные детали с большим количеством мелких деталей и острых углов. Метод хорошо подходит для моделирования обработки призматических тел.



Также твердотельный метод подойдет для моделирования токарно-фрезерных проектов, в особенности для моделирования нарезания резьбы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

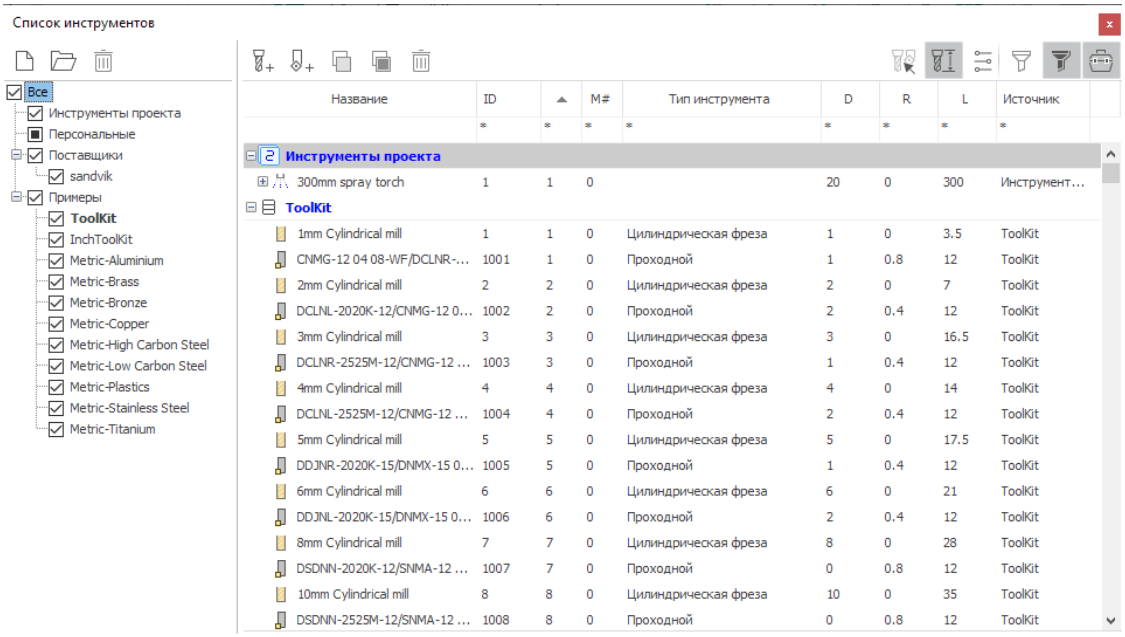


Примечание: моделирование фрезерования 5-осевых траекторий работает с некоторыми ограничениями в бета версии.

7 Обрабатывающий инструмент

Смотри вложенные страницы

7.1 Окно Инструменты



Назначение окна Инструменты - просмотр и редактирование инструментов проекта, инструментов операций, создание и заполнение библиотек инструментов.

Открыть данное окно можно несколькими разными способами:

- при нажатии на кнопку Инструменты  на главной панели инструментов в режиме Технология;
- открыть окно параметров операции на закладке Инструмент;
- двойной щелчок по имени в колонке инструмента в списке операций;
- нажатием на кнопку выбора инструмента в заголовке инспектора свойств.

В зависимости от способа открытия внешний вид может немного отличаться (меняется доступность некоторых кнопок; размеры панелей и колонок запоминаются для каждого из режимов открытия окна отдельно).

В центральной части окна отображается список инструментов. Каждая строка соответствует отдельному инструменту. Строки могут быть вложенными друг в друга. На верхнем уровне всегда хранилища инструментов - библиотеки и список инструментов проекта. Второй уровень - это сами инструменты. Наконец, на самом вложенном уровне - инструменты операций, использующие инструмент с тем же ID что и родительский узел. Каждый из них может редактироваться индивидуально.

Вложенные инструменты операций можно перетаскивать из одного узла инструмента в другой. Это позволяет быстро менять инструмент, используемый операцией.

Правую часть верхней панели инструментов занимают кнопки фильтров, при помощи которых можно ограничить список видимых инструментов.

-  — показывает свойства инструмента, находящегося под курсором

© 2025 ООО СПРУТ Технология

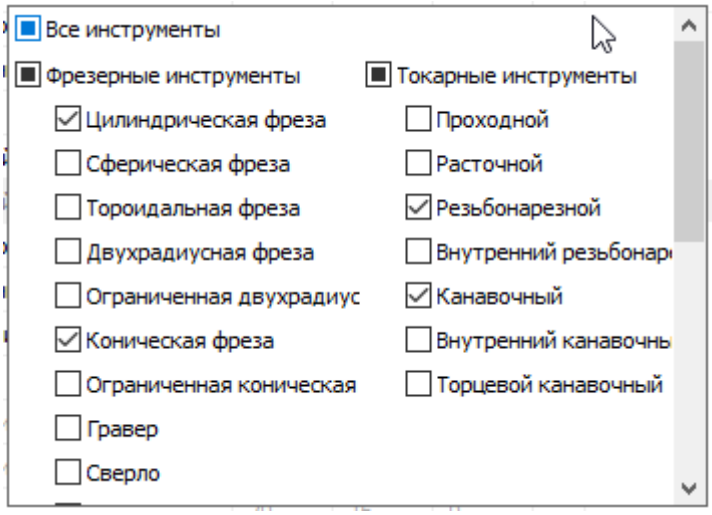
-  — включает видимость колонок главных геометрических свойств инструментов.
-  — включает видимость колонок режимов резания.
-  — включает отображение только тех инструментов, которые применимы к текущей операции.
-  — делает видимыми инструменты, используемые в операциях проекта.

Кроме того, можно регулировать видимость строк путем наложения дополнительных ограничений на значения параметров, которые отображаются в каждой из колонок. Для этого нужно использовать самую верхнюю **строку фильтров** таблицы (с символами *). Нужно щелкнуть указателем мыши в желаемую ячейку и ввести какое-нибудь значение.

Для строковых параметров ограничение определяется совпадением символов. Для числовых параметров можно использовать **дополнительные операторы** для указания ограничения:

- "**123**" простое числовое значение - будут отображаться строки в которых данный параметр строго соответствует указанному значению.
- "**<123**" - выражение с оператором "меньше" - будут отображаться строки в которых данный параметр строго меньше указанного значения.
- "**<=123**" - выражение с оператором "меньше или равно" - будут отображаться строки в которых данный параметр меньше либо равен указанному значению.
- "**>123**" - выражение с оператором "больше" - будут отображаться строки в которых данный параметр строго больше указанного значения.
- ">**=123**" - выражение с оператором "больше или равно" - будут отображаться строки в которых данный параметр больше либо равен указанному значению.
- "**12..34**" или "**12:34**" - выражение с оператором "диапазон" - будут отображаться строки в которых данный параметр входит в указанный диапазон значений.

Специальным образом указывается **фильтр по типу инструмента**. При щелчке в ячейку фильтра в колонке Тип инструмента на экране появляется **дополнительное окошко**, в котором галочками можно выбрать желаемые типы инструментов.



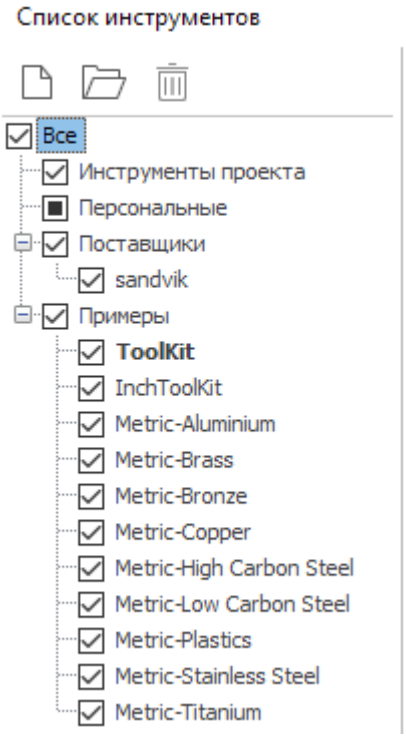
Сортировка строк таблицы управляется щелчком по заголовку нужной колонки.

Имеются следующие колонки.

- **ID** - уникальный идентификатор инструмента, не зависящий от расположения инструмента на станке.
- **Название** - имя инструмента либо имя операции в зависимости от типа узла.

- **#** - номер инструмента в УП, обычно соответствует номеру позиции, в которую закреплен инструмент на станке. Номер в колонке может отображаться красным цветом. Это означает что он некорректный и конфликтует с каким-то другим инструментом, который используется в проекте. Конфликтными считаются инструменты, если они имеют разный ID, но
    a. имеют одновременно одни и те же номер инструмента, номер магазина и номер корректора;
    b. либо вставлены в один коннектор станка (в одну позицию револьвера).
- **M#** - номер магазина, для случая станков с несколькими магазинами инструментов.
- **Тип инструмента** - указывается тип обрабатывающего инструмента (Цилиндрическая фреза, сверло, расточной резец и т.п.)
- **L** - общая длина инструмента.
- **D** - для фрезерных инструментов - диаметр инструмента, для токарных - либо не заполняется, либо заполняется разными параметрами в зависимости от подтипа инструмента.
- **R** - ключевой радиус инструмента (разный в зависимости от конкретного типа).
- **F** - рабочая подача.
- **S** - скорость шпинделя.
- **Направление** - направление вращения шпинделя.
- **Охлаждение** - набор включаемых трубопроводов охлаждения.

В левой части окна имеется панель для выбора библиотек. Список инструментов всегда отображается для тех библиотек, которые вложены в выбранный узел и отмечены галочкой. Кроме библиотек может быть выбран список инструментов текущего проекта. Избранная библиотека показывается жирным шрифтом. Избранная библиотека - это та библиотека, которая показывается первой в списке и из которой система пытается автоматически выбирать инструменты при создании операций. Библиотеки из групп Поставщики и Примеры доступны в режиме только для чтения.



Более подробное описание действий, которые могут быть выполнены над библиотеками при помощи данной панели, можно найти в главе Управление библиотеками(see page 1630).

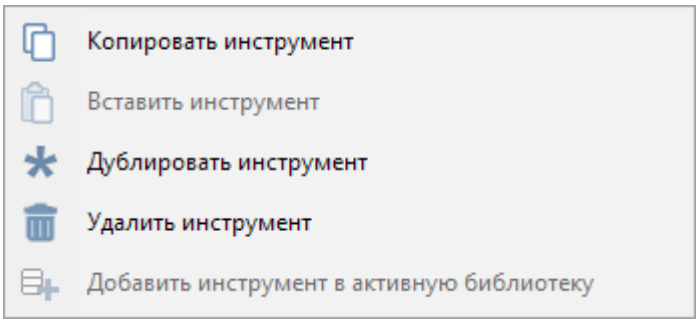
На верхней панели инструментов сосредоточены действия над инструментами.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- — Добавление нового фрезерного инструмента.
- — Добавление нового токарного инструмента.
- — Копирование выделенных инструментов в буфер. Может быть выбрано сразу несколько инструментов для копирования.
- — Вставка скопированных инструментов из буфера. При помощи копирования-вставки можно быстро переносить инструменты из одной библиотеки в другую.
- — Удаление выбранных инструментов. Для удаления также может быть выбрано сразу несколько инструментов.

Из контекстного меню инструмента дополнительно можно

- Дублировать инструмент - быстрое создание копии выделенного инструмента.
- Добавить инструмент в активную библиотеку - быстрое добавление выбранного инструмента в избранную библиотеку.



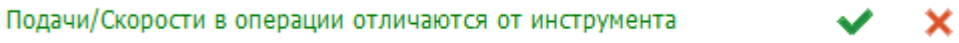
В нижней части окна инструментов располагается **панель просмотра и редактирования свойств**. Окно построено по принципу “что вижу, то и редактирую”, т.е. редактируется всегда инструмент, находящийся в фокусе в списке инструментов. Отредактирован может быть любой из инструментов списка. Справа на панели отображается живой предпросмотр редактируемого инструмента. В главном графическом окне также рисуется модель выбранного инструмента в правильной позиции на станке.

Список свойств зависит от типа инструмента. Значения для некоторых свойств могут отображаться зеленым шрифтом. Это означает что свойство имеет значение по умолчанию, которое зависит от значений других свойств. Например, имя инструмента содержит диаметр. Тогда, при изменении диаметра, имя будет обновляться автоматически. Чтобы вернуть для свойства значение по умолчанию, нужно в поле редактирования удалить все содержимое клавишей Delete на клавиатуре.

Свойства на панели редактирования разделены на несколько вкладок по смыслу информации.

- Геометрия - основные геометрические размеры инструмента, а также тип и имя инструмента.
- Номера - ID инструмента не зависящий от станка, номер инструмента на станке, номер магазина, номера корректоров.
- Конструкция - Количество зубьев, максимальный угол врезания, единицы измерения, стойкость инструмента.
- Настройка - задаются вылеты инструмента, а также тип и расположение настроечных точек.

- Державка - Можно отредактировать имя и размеры оправки, указать файл CAD-модели (в формате stl или osd). Здесь же можно вызвать диалог выбора (и редактирования) оправки фрезерного инструмента из библиотеки.
- Подачи/скорости. Здесь можно задать режим, скорость и направление вращения шпинделя, рабочую подачу и включенные трубопроводы охлаждения. Если в списке инструментов выбрана строка с операцией, то отображаются и редактируются режимы резания операции, если же выбран инструмент проекта или библиотеки, то режимы инструмента. Если режимы операции и инструмента отличаются, то в заголовке панели появляется соответствующая надпись, а также кнопки, позволяющие их синхронизировать.



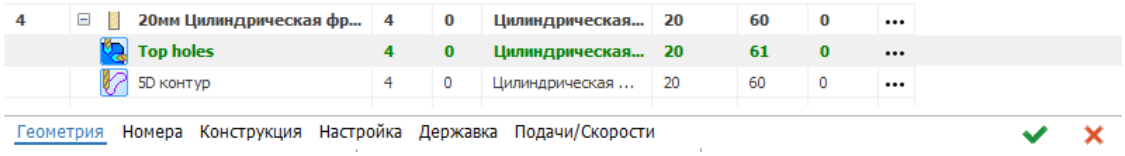
Если редактируется инструмент операции,

- кнопка  Применить присваивает режимы резания из операции в инструмент проекта,
- кнопка  Сбросить копирует режимы резания из инструмента проекта в операцию.

Если редактируется инструмент проекта,

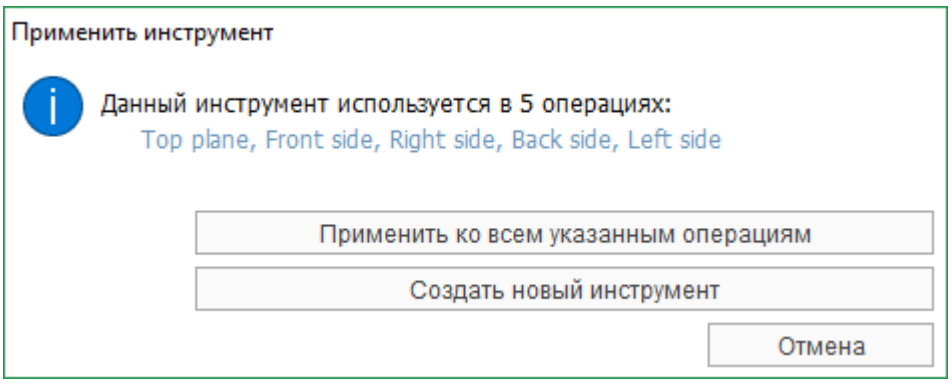
- кнопка  Применить копирует режимы из инструмента проекта во все операции, использующие данный инструмент.
- кнопка  Сбросить копирует режимы резания из первого инструмента операции, режимы которого отличаются, в инструмент проекта.

Аналогичные кнопки применить и сбросить имеются и для общих параметров инструмента.



Они появляются в правой верхней части панели редактирования, если инструмент операции и инструмент проекта отличаются друг от друга (отличающиеся инструменты подсвечиваются жирным шрифтом в списке). Кнопки позволяют легко синхронизировать инструменты проекта и операций, а также позволяют откатить случайные или нежелательные изменения.

Если имеется несколько операций, использующих данный инструмент и параметры инструмента в этих операциях отличаются, то после нажатия кнопки Применить будет показано дополнительное диалоговое окно.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Кнопка **Применить ко всем указанным операциям** скопирует параметры инструмента из текущей операции в инструмент проекта, а также во все операции, которые используют инструмент с тем же ID.

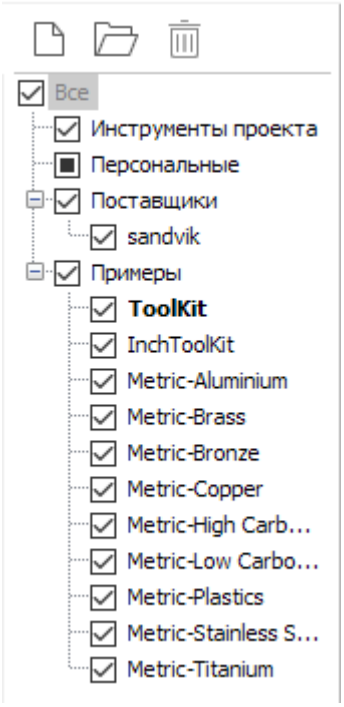
Кнопка **Создать новый инструмент** присвоит инструменту текущей операции новый ID (будет сгенерирован автоматически) и создаст копию этого инструмента в глобальном списке инструментов проекта. Таким образом, связь с копиями инструмента в других операциях разрывается.

Некоторые инструменты в списке могут быть доступны только для чтения, о чем свидетельствует надпись справа сверху на панели редактирования. Это сделано, во-первых, для того чтобы ограничить некоторые нежелательные сценарии работы, например, случайно отредактировали инструмент проекта вместо операции, и после закрытия окна не увидели сделанных изменений, во-вторых, чтобы иметь возможность откатить случайные изменения.

Если окно открыто в режиме выбора инструмента для текущей операции, то внизу справа становится доступной кнопка “Выбрать инструмент для операции”. При ее нажатии выбранный в списке инструмент будет применен к операции.

7.1.1 Управление библиотеками

Для управления библиотеками и инструментами проекта воспользуйтесь панелью, которая расположена в левой части окна Инструменты(see page 1625).



В данной панели отображается список подключенных библиотек инструментов, которые разделены на следующие группы.

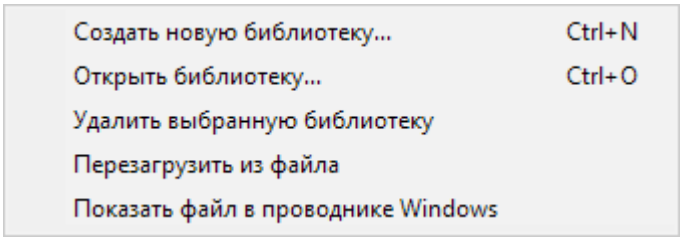
- **Все** - корневой узел, делает удобным просмотр инструментов из всех интересующих источников одновременно.
- Инструменты проекта(see page 1640) - список инструментов текущего проекта.
- **Поставщики** - список библиотек, расположенных в папке "$(CommonAppData)\Libraries\Tools\Suppliers", поставляющихся в дистрибутиве. Библиотеки из этой группы доступны в режиме только для чтения.

- **Примеры** - список библиотек, расположенных в папке "$(CommonAppData)\Libraries\Tools\Examples", поставляющихся в дистрибутиве в качестве примера. Библиотеки из этой группы доступны в режиме только для чтения.
- **Персональные** - список библиотек, располагающихся в любом другом месте файловой системы. При этом если библиотека расположена в папке "$(CommonAppData)\Libraries\Tools", то система добавит ее в данную группу автоматически.

Список инструментов всегда отображается для тех библиотек, которые вложены в выбранный узел и отмечены галочкой.

Имеется понятие **Избранная библиотека** - это та библиотека, которая показывается первой в списке, сразу после инструментов проекта. При создании новой операции система автоматически ищет инструмент, подходящий для нее. Сначала поиск выполняется в списке инструментов проекта, затем в той библиотеке, которая является избранной. Избранная библиотека показывается жирным шрифтом и может быть изменена из контекстного меню.

На первом месте всегда расположен пункт **Инструменты проекта**. Это список инструментов текущего проекта, который хранится внутри stcp-файла, но может быть сохранен в отдельный текстовый файл (формат XML, расширение файла *.tom). Подробнее о нем можно узнать в главе Инструменты проекта(see page 1640). Ключевое отличие от библиотеки - вместе со списком инструментов сохраняется и состояние станка, а значит и правильное расположение инструмента в схеме станка, расстановка блоков револьвера. Т.е. это Наладка инструментов. Файл списка инструментов проекта не предназначен для хранения слишком большого количества инструментов.

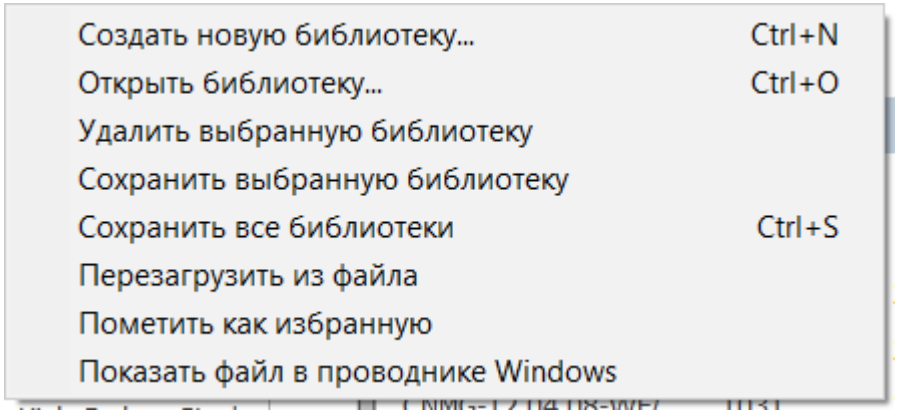


Для списка инструментов проекта из контекстного меню доступны следующие действия:

- Сохранить инструменты проекта в файл... - сохранение во внешний файл *.tom. Система запоминает путь к выбранному файлу и будет автоматически загружать инструменты из этого файла при создании нового проекта с этим же станком.
- Загрузить инструменты проекта из файла... - загрузка из внешнего файла *.tom. Система запоминает путь к выбранному файлу и будет автоматически загружать инструменты из этого файла при создании нового проекта с этим же станком.
- Перезагрузить из файла - перезагрузка из ранее сохраненного файла *.tom (без вызова диалога открытия файла).
- Очистить инструменты проекта - удаление всех неиспользуемых инструментов из проекта. Если прежде список инструментов проекта был сохранен во внешний файл, то связь с этим файлом прерывается.
- Показать файл в проводнике Windows - открывает проводник Windows и выбирает файл *.tom, если проект уже ссылается на существующий файл.

Последующими пунктами списка являются **обычные библиотеки инструментов**. Библиотека представляет собой файл формата базы данных SQLite. В библиотеках хранятся только инструменты и не хранится никакой информации о станке. Они могут легко вмещать очень большое количество инструментов (десятки тысяч).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

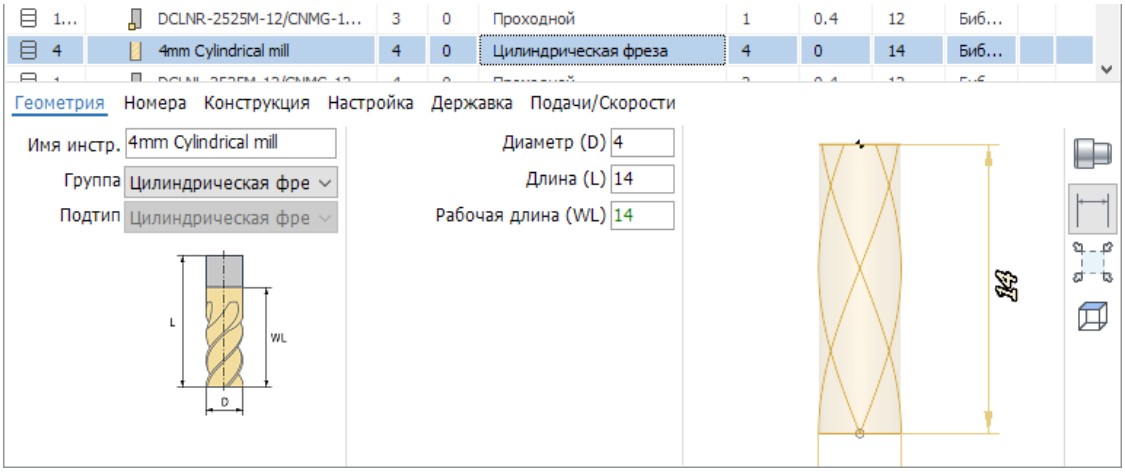


Для библиотеки инструментов доступны следующие действия из контекстного меню и кнопок на верхней панели:

- Создать новую библиотеку... - открывает диалог сохранения файла, где вы можете задать имя и расположение файла *.db для новой библиотеки.
- Открыть библиотеку... - показывает диалог открытия файла, где вы можете выбрать существующий файл библиотеки *.db или *.csv и система добавит его в список.
- Удалить выбранную библиотеку - исключает библиотеку из списка.
- Сохранить выбранную библиотеку - сохраняет изменения в файл. Нужно только для особых случаев, т.к. при закрытии окна инструментов автоматически вызывается сохранение всех изменений в библиотеках. Если библиотека имеет старый формат *.csv, то появится окно сообщения с предложением преобразовать эту библиотеку в новый формат *.db.
- Сохранить все библиотеки - сохраняет изменения в файлы для всех присоединенных библиотек (при закрытии окна инструментов автоматически вызывается сохранение всех изменений в библиотеках).
- Перезагрузить из файла - заново загружает все данные из файла и все несохраненное будет потеряно.
- Пометить как избранную - делает указанную библиотеку избранной.
- Показать файл в проводнике Windows - открывает проводник Windows и выбирает файл библиотеки.

Список присоединенных библиотеки, состояние их флажков и то какая из них является избранной сохраняются в файле настроек системы (*.cfg).

7.1.2 Редактирование фрезерного инструмента



При выборе фрезерного инструмента в окне Инструменты(see page 1625) в нижней части окна отображается панель с его свойствами, показанная на рисунке выше.

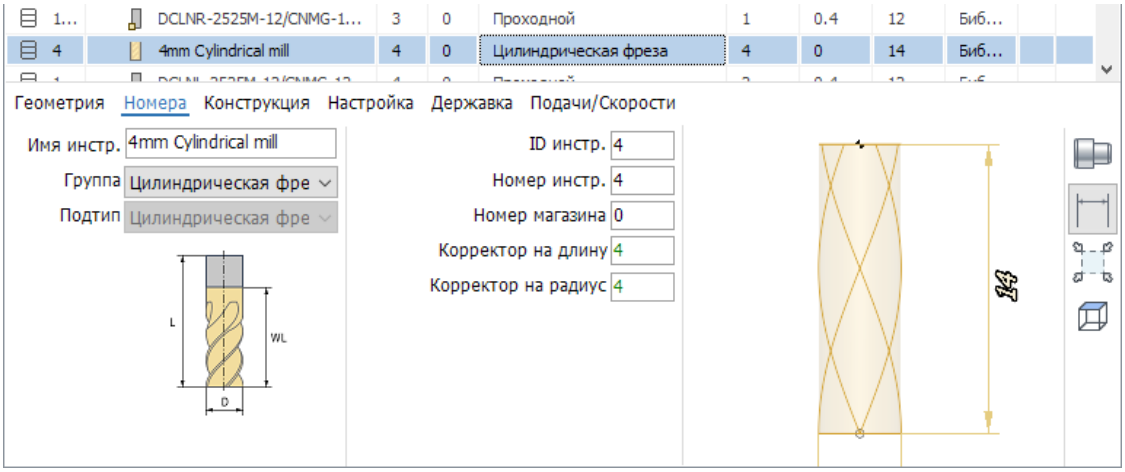
В системе реализованы следующие типы фрезерных инструментов, различающихся списком доступных геометрических параметров:

- **Цилиндрическая** фреза;
- Сферическая фреза;
- Тороидальная фреза;
- Двухрадиусная фреза;
- Двухрадиусная ограниченная фреза;
- Коническая фреза;
- Фреза с отрицательным радиусом;
- Коническая ограниченная фреза;
- Гравер;
- Сверло;
- Резак;
- Метчик;
- Резьбовая фреза;
- Центровка;
- Зенковка;
- Цековка;
- Т-образный инструмент;
- Фасонный инструмент(see page 1645);
- **Нож**;
- **Дисковая пила**;
- **Щуп;**
- **Распылитель**;
- и др.

Нужно правильно выбрать группу и подтип инструмента чтобы увидеть список его геометрических свойств в окне на закладке Геометрия.

На страницу Номера вынесены свойства-идентификаторы инструмента.

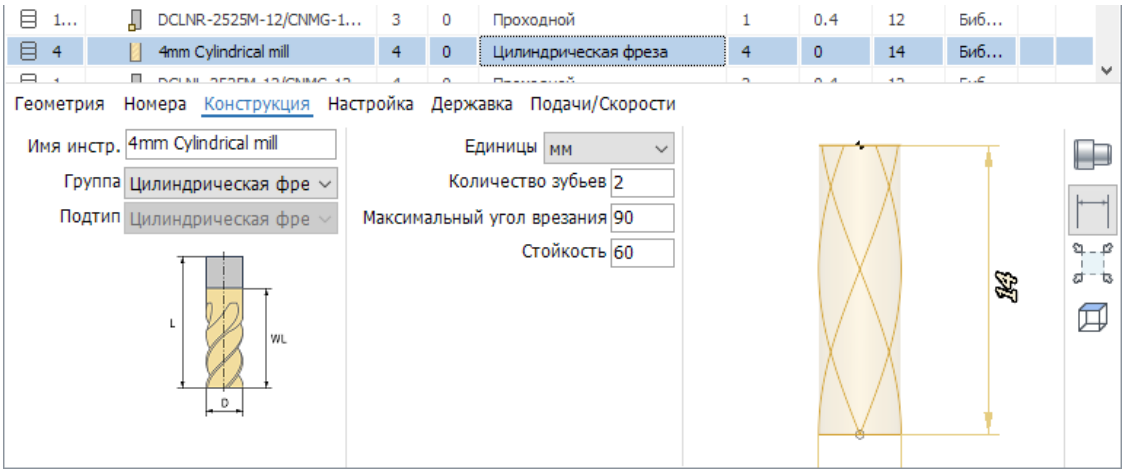
- ID - уникальный идентификатор инструмента не зависящий от его расположения на станке.
- Номер инструмента - номер инструмента на станке. Обычно соответствует номеру позиции в которую закреплен инструмент на станке.
- Номер магазина инструмента используется в случае если на станке имеется более одного магазина.
- Номер корректора на длину и на радиус - номера записи, соответствующей инструменту, в таблице корректоров инструмента в стойке станка.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

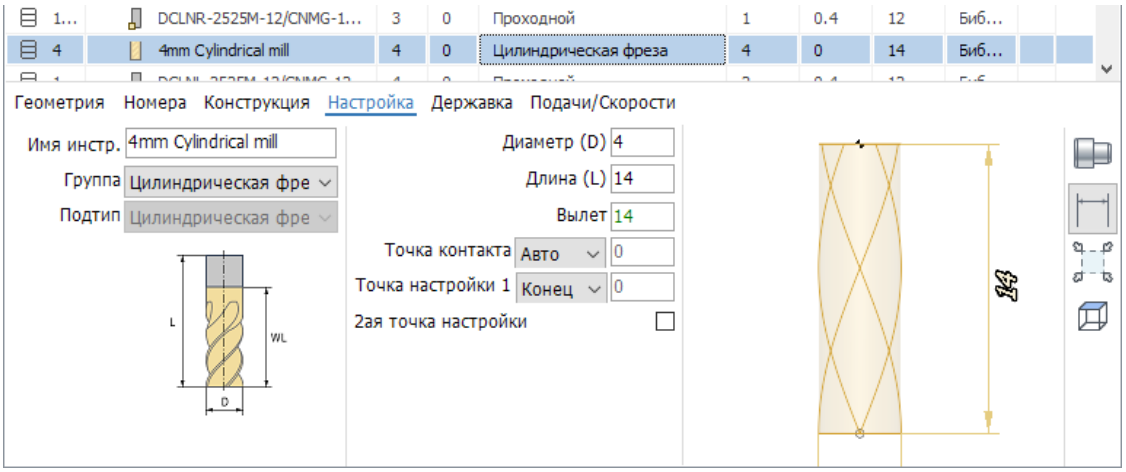
На страницу Конструкция вынесены следующие параметры.

- Количество зубьев.
- Максимальный угол врезания.
- Единицы измерения инструмента (мм или дюйм).
- Стойкость инструмента в минутах.



Закладка Настройка содержит такие параметры.

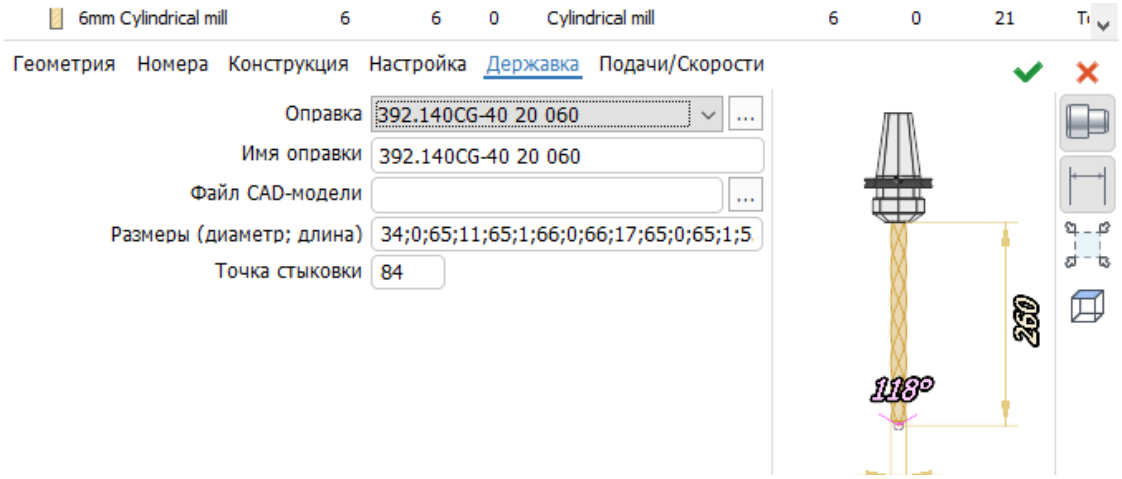
- Вылет инструмента - расстояние от точки закрепления инструмента в шпинделе до кончика инструмента.
- Точка настройки - точка на инструменте, перемещение которой относительно нуля детали и задает управляющая программа.
- Вторая настроечная точка - используется с некоторыми типами инструментов чтобы обеспечить независимость УП от размера инструмента.
- Точка контакта - точка на инструменте, которой он должен преимущественно касаться геометрических элементов, указанных в рабочем задании операции.



Страница Державка позволяет задать параметры оправки.

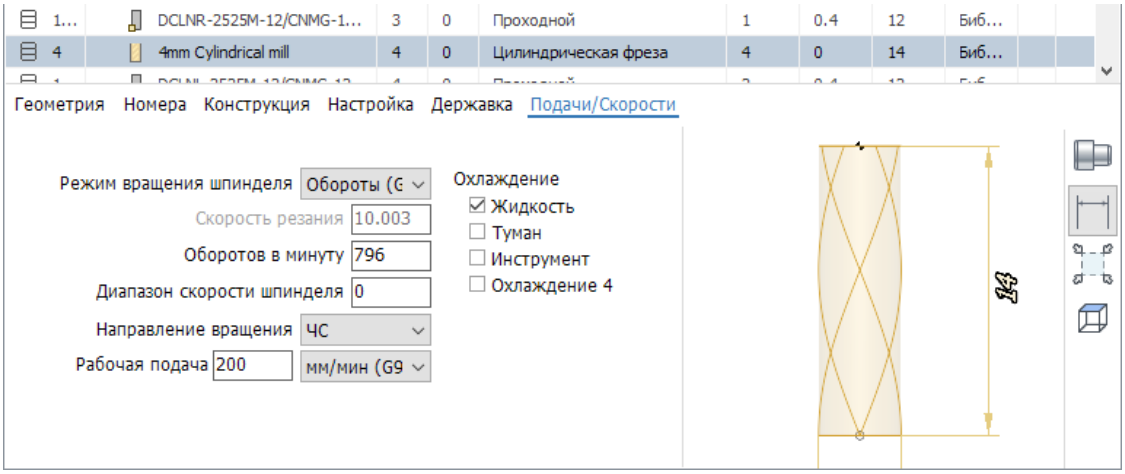
- Оправка - выпадающий список оправок из текущей библиотеки и проекта.
- Имя оправки - произвольная текстовая строка.
- Размеры оправки - последовательность пар чисел, разделенных точкой с запятой, определяющие диаметр и длину для каждой из ступеней.

- Точка присоединения - расстояние от самой верхней точки оправки до точки стыковки оправки со шпинделем станка.
- Имя файла CAD-модели. По кнопке открывается стандартное окно выбора файла. Можно указывать файлы в формате *.stl и *.osd. Задает 3D модель оправки для визуализации и контроля столкновений при моделировании.
- При нажатии на кнопку "..." открывается новый диалог выбора и редактирования оправки(see page 1639).



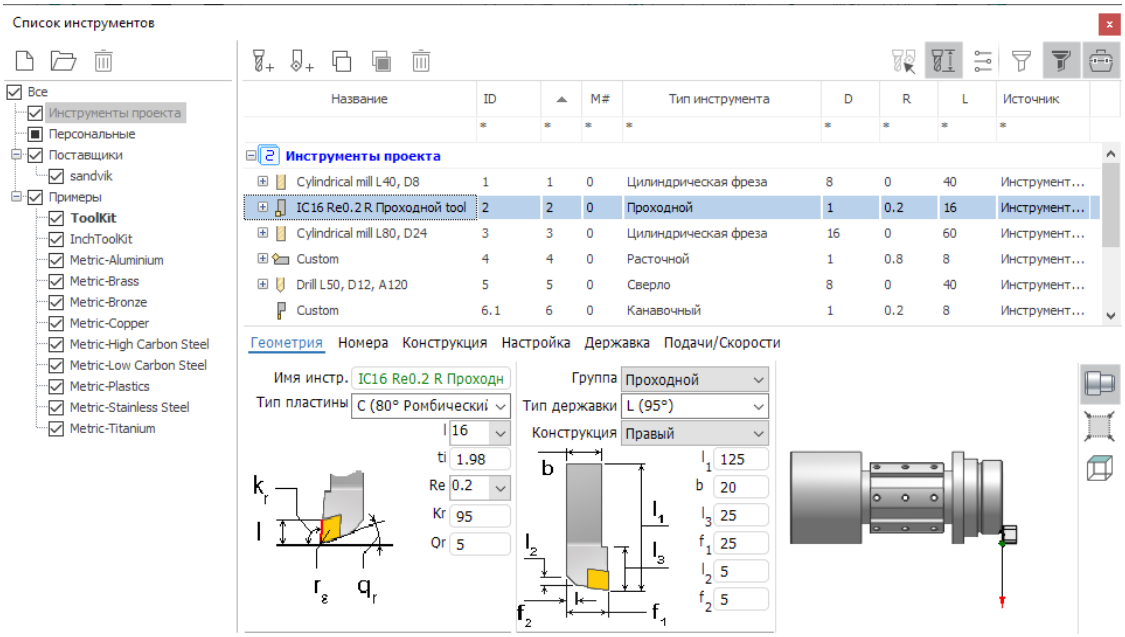
На закладке Подачи/Скорости можно редактировать такие параметры как

- Режим вращения шпинделя: постоянные обороты или постоянная скорость резания.
- Скорость резания.
- Обороты шпинделя.
- Диапазон скоростей шпинделя.
- Направление вращения шпинделя.
- Величина и размерность рабочей подачи.
- Включаемые трубопроводы охлаждения.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

7.1.3 Редактирование токарного инструмента



При выборе токарного инструмента в окне Инструменты(see page 1625) в нижней части окна отображается панель с его свойствами, показанная на рисунке выше.

Свойства на панели разбиты на несколько вкладок.

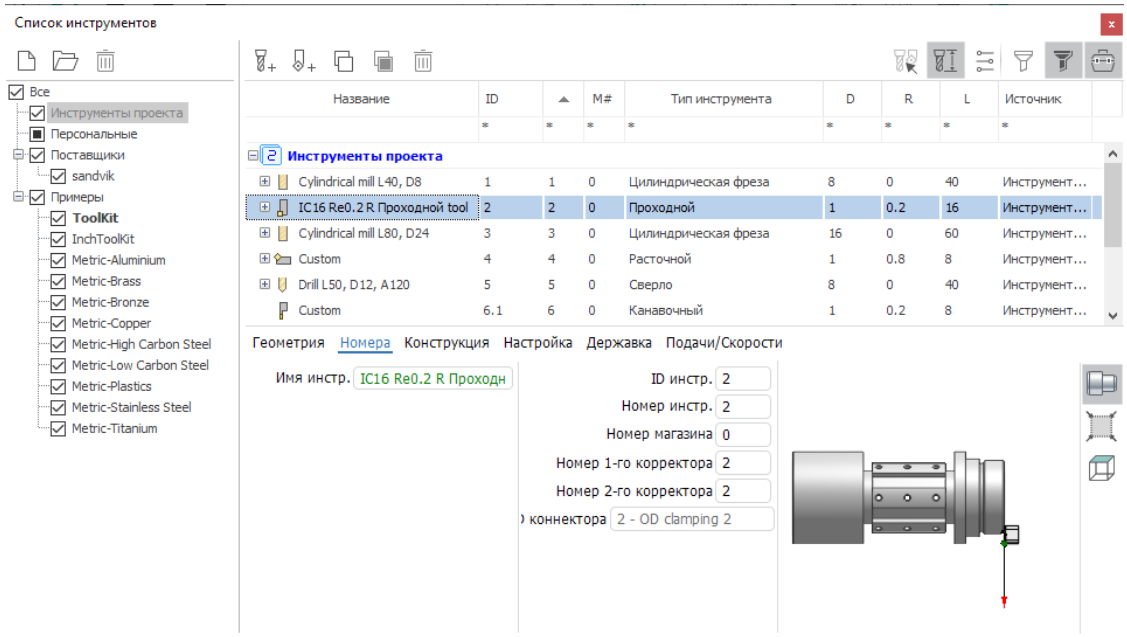
На закладке Геометрия отображаются основные геометрические размеры пластины и державки, а также тип пластины, тип державки, имя инструмента. Состав свойств меняется в зависимости от выбранных типов.

На левой панели представлены все основные параметры, которые относятся к пластине: тип, геометрические параметры с учетом особенностей каждой группы пластин. Совместимые с державкой пластины обозначены черным цветом, а не совместимые – серым цветом. При выборе типа пластины, который не совместим с текущей державкой автоматически будет подобрана совместимая державка. Для того, чтобы задать пластину произвольного типа необходимо выбрать тип пластины Произвольный. Такая пластина совместима с любой державкой.

На правой панели представлены все основные параметры, относящиеся к державке: тип, геометрические параметры с учетом группы, направление. Также как и в пластинах несовместимые типы рисуются серым.

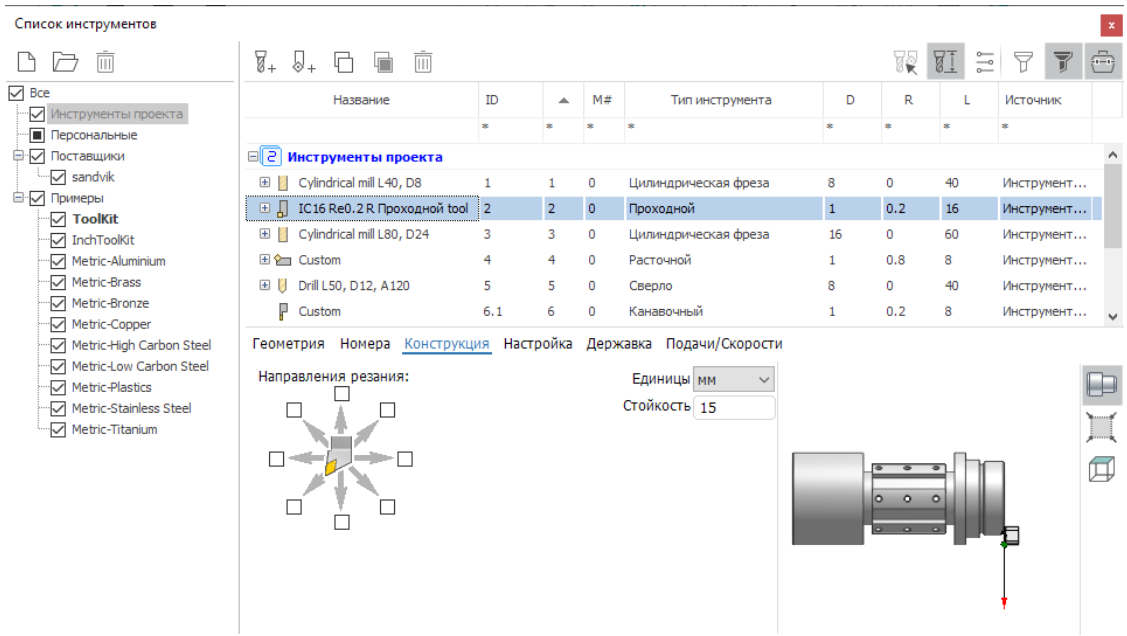
На страницу Номера вынесены свойства-идентификаторы инструмента.

- ID - уникальный идентификатор инструмента не зависящий от его расположения на станке.
- Номер инструмента - номер инструмента на станке. Обычно соответствует номеру позиции в которую закреплен инструмент на станке. Может меняться автоматически на револьверных станках при смене коннектора станка (позиции револьвера) в инспекторе свойств.
- Номер магазина инструмента используется в случае если на станке имеется более одного магазина.
- Номера корректоров - номера записи, соответствующей инструменту, в таблице корректоров инструмента в стойке станка.



На страницу Конструкция вынесены следующие параметры.

- Допустимые направления резания.
- Единицы измерения инструмента (мм или дюйм).
- Стойкость инструмента в минутах.

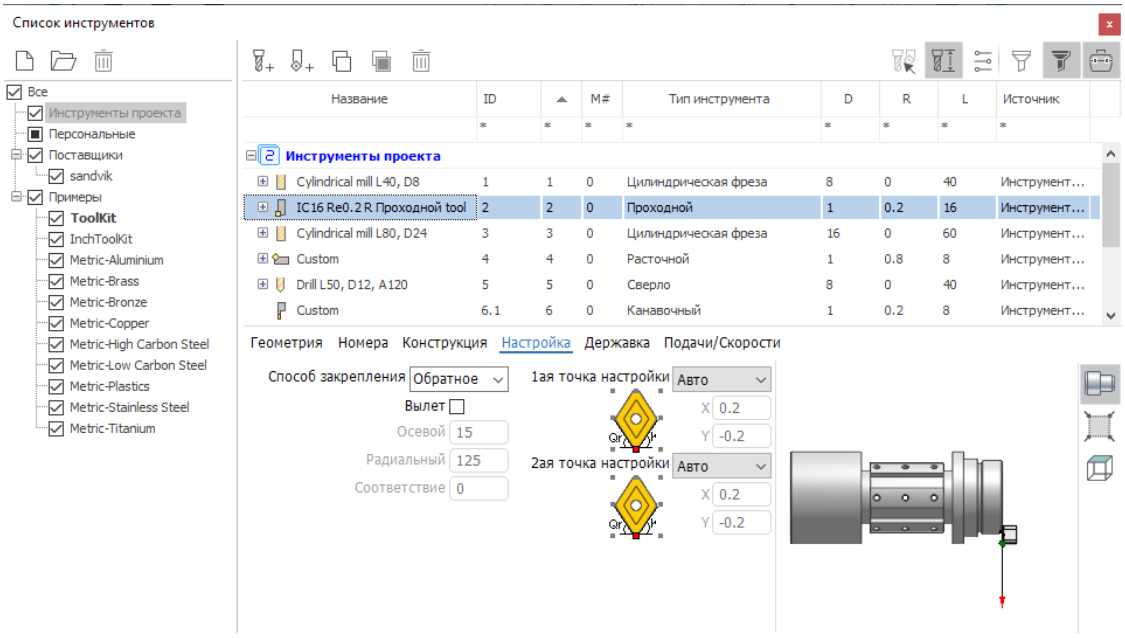


Закладка Настройка содержит такие параметры.

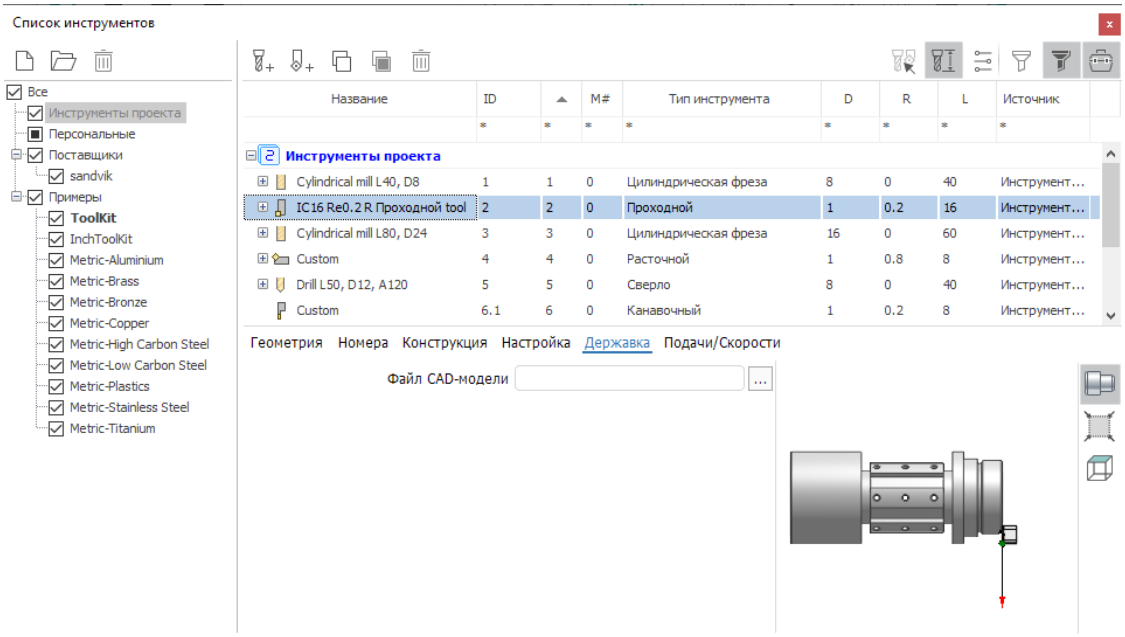
- Способ закрепления инструмента в блоке револьвера - прямой или обратный
- Вылет инструмента - расстояния от точки закрепления инструмента в шпинделе до кончика инструмента. Если галочка выключена, то вылет рассчитывается автоматически по габаритам инструмента.
- Точка настройки - точка на инструменте, перемещение которой относительно нуля детали и задает управляющая программа.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

- Вторая настроечная точка - используется с некоторыми типами инструментов чтобы обеспечить независимость УП от размера инструмента.



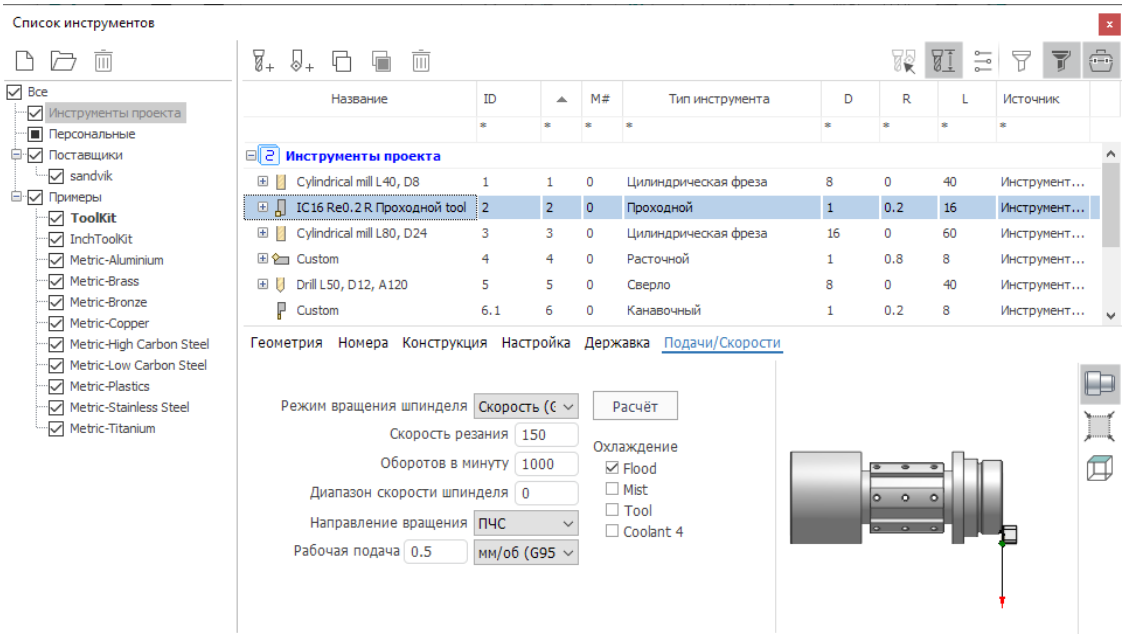
Страница Державка позволяет задать имя файла CAD-модели. По кнопке открывается стандартное окно выбора файла. Можно указывать файлы в формате *.stl и *.osd. Задает 3D модель державки для визуализации и контроля столкновений при моделировании.



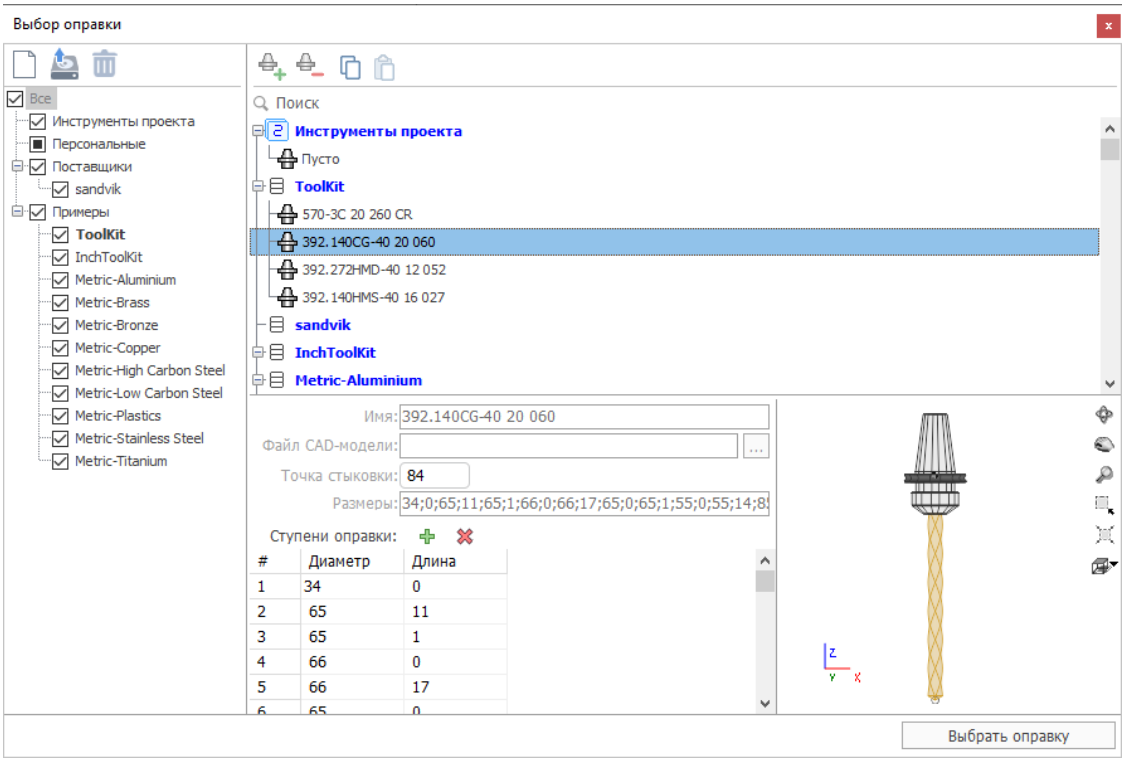
На закладке Подачи/Скорости можно редактировать такие параметры как

- Режим вращения шпинделя: постоянные обороты или постоянная скорость резания.
- Скорость резания.
- Обороты шпинделя.
- Диапазон скоростей шпинделя.

- Направление вращения шпинделя.
- Величина и размерность рабочей подачи.
- Включаемые трубопроводы охлаждения.



7.1.4 Окно выбора фрезерной оправки



Окно выбора оправки фрезерного инструмента можно открыть по кнопке на закладке Державка в окне Инструменты(see page 1625).

В левой части окна имеется панель для выбора библиотек. Список державок всегда отображается для тех библиотек, которые вложены в выбранный узел и отмечены галочкой. Кроме библиотек может быть выбран список державок текущего проекта.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Избранная библиотека показывается жирным шрифтом. Библиотеки из групп Поставщики и Примеры доступны в режиме только для чтения.

В центре список державок из выбранной библиотеки.

Снизу окна - параметры державок, выбранной в списке и предпросмотр выбранной оправки.

На верхней панели инструментов кнопки.

- Добавить новую оправку.
- Удалить выбранную оправку.
- Копировать выделенную оправку в буфер.
- Вставить оправку из буфера.

Поле Имя задает отображаемое имя оправки, произвольная текстовая строка.

Параметр Имя файла CAD-модели позволяет указывать файлы в формате *.stl и *.osd. Задает 3D модель оправки для визуализации и контроля столкновений при моделировании. По кнопке открывается стандартное окно выбора файла.

Точка присоединения - расстояние от самой верхней точки оправки до точки стыковки оправки со шпинделем станка.

Размеры оправки можно задавать либо в текстовом поле, либо в таблице ступеней. Оба представления автоматически синхронизируются между собой в процессе редактирования.

Размеры в текстовом поле - последовательность пар чисел, разделенных точкой с запятой, определяющие диаметр и длину для каждой из ступеней.

Для добавления и удаления ступеней можно использовать кнопки  .

7.2 Список инструментов проекта

Список инструментов проекта - это новый функционал (появился начиная с версии 12.0.1), который в значительной степени облегчает работу с обрабатывающими инструментами в системе. Он позволяет

- **быстро выявлять и исправлять ошибки** при заполнении параметров инструментов,
- **быстро выбирать** ранее настроенный и правильный инструмент, а не заполнять все его параметры заново,
- **хранить информацию о режимах обработки** (подачи и скорости) вместе с инструментом, и легко применять их к операции,
- **легко копировать инструмент** из одной операции в другую,
- **сохранять** набор используемых в проекте инструментов вместе с информацией о том в какую позицию на станке они закреплены (например, в какой позиции револьвера и с каким блоком) **в отдельный файл** на диске с целью последующего использования в других проектах,
- **передать настройки станка из одного проекта в другой** (расстановку блоков на револьвере, правила подходов/отходов, точку смены инструмента, дискретность и т.п.).

Список инструментов - это своего рода виртуальный магазин инструментов (точнее список инструментов из всех магазинов, если их больше одного). Он хранится внутри проекта. В него сохраняется следующее.

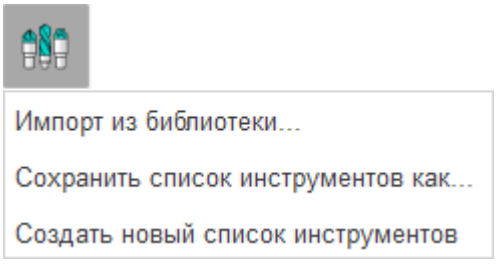
1. Снимок текущего состояния станка (полный набор свойств станка, данные, накладываемые поверх схемы).
2. Список инструментов.

Для каждого инструмента в списке хранятся такие данные как.

- **ID** - уникальный идентификатор инструмента в списке. Он позволяет определить что два инструмента (например в двух разных операциях) с одинаковым ID это на самом деле две копии одного и того же инструмента. Может быть строковым (не обязательно числовой как номер). В списке не может быть двух инструментов с одинаковым ID.
- **Номер инструмента** - целое число, которое выводится в управляющую программу, и фактически определяет в какую позицию магазина закреплен инструмент на реальном станке.
- **Номер магазина** - целое число, идентифицирующее магазин на реальном станке.
- **Идентификатор коннектора** (места присоединения) инструмента в схеме станка внутри CAM-системы.
- **Вылет инструмента** - размеры инструмента от точки присоединения к станку (коннектора) до точки настройки.
- **Номера корректоров**, которые определяют записи в таблице корректоров настоящего станка где хранятся размеры (вылеты) реального инструмента.
- **Имя инструмента**.
- **Тип инструмента** - резец, расточка, фреза, сверло, метчик и т.д.
- **Геометрические параметры**, такие как диаметр, длина, радиус кончика и т.п. Набор параметров отличается в зависимости от типа инструмента.
- **Параметры адаптера** инструмента.
- **Режимы обработки**: рабочая подача, скорость шпинделя, номера включаемых трубопроводов охлаждения.

Список инструментов **заполняется автоматически по операциям** техпроцесса в ходе обычной работы над проектом. Алгоритм добавления инструментов такой. При создании новой операции или изменении параметров инструмента в существующей операции система проверяет есть ли в списке инструмент с таким же ID. Если такого инструмента нет, то система добавляет в список копию инструмента операции. При этом система запоминает что это "**новый**" инструмент, т.е. он еще не сохранен в списке на жестком диске, а только присутствует в оперативной памяти. Если после этого удалить все операции, которые используют такой "новый" (не сохраненный еще на диск) инструмент, то он автоматически удаляется из списка. Если же сохранить список инструментов, то инструмент переходит из состояния "новый" в состояние "**сохраненный**". Сохраненные инструменты автоматически не удаляются и не обновляются. Они могут быть удалены только пользователем вручную соответствующей кнопкой в окне выбора инструмента из списка.

Кнопка Инструменты вынесена на верхнюю панель инструментов и отображается в режиме Технология. При ее нажатии открывается окно Инструменты(see page 1625). Кнопка имеет выпадающее меню с дополнительным набором возможностей.



Сохранить список инструментов как... - сохраняет список инструментов в файл на диск. Имя файла будет запрошено - откроется стандартный диалог сохранения файла. Список инструментов сохраняется в текстовый файл формата XML с расширением *.tom. В настройках системы запоминается имя *.tom файла и имя текущего станка. При создании нового проекта (либо при смене станка), если в настройках системы для текущего станка будет найдено имя *.tom файла, то список инструментов из этого файла будет автоматически загружен.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

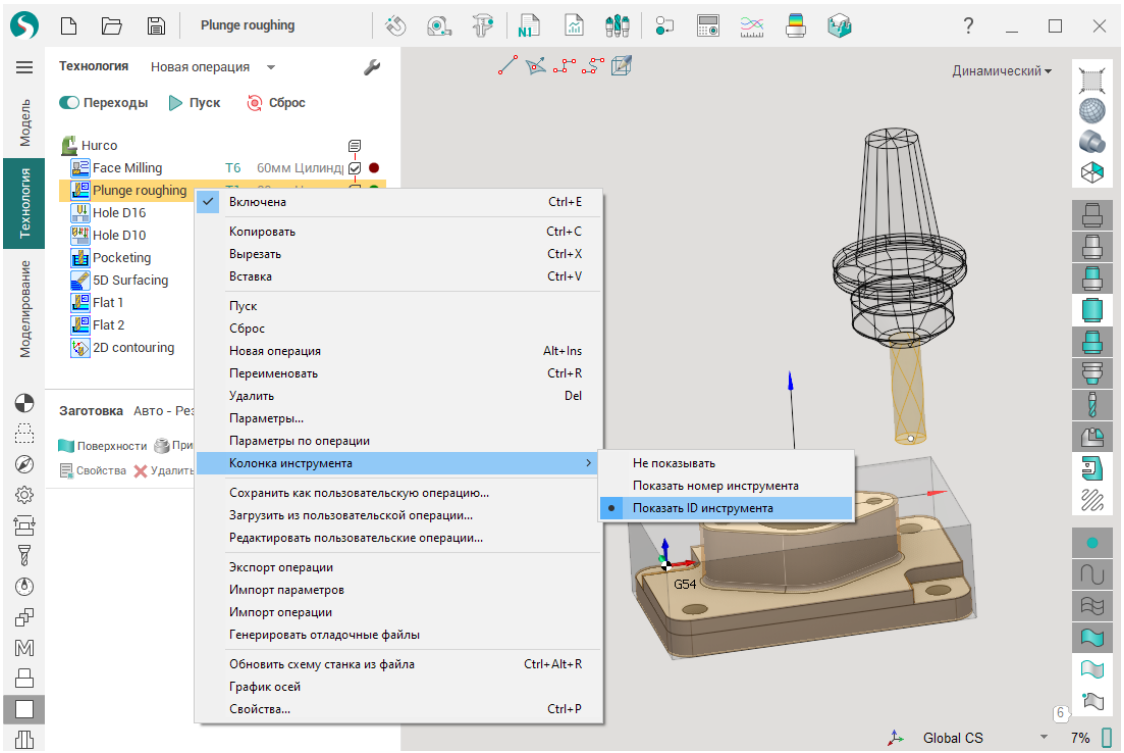
Загрузить существующий список инструментов - загружает список инструментов из файла. Открывается стандартный диалог выбора файла. Имя загруженного *.tom файла запоминается в настройках системы. Также возможно загрузить инструменты из файла библиотеки инструментов (в формате *.csv либо *.db+*.properties) и добавить их в текущий список. Следует учитывать что в библиотеке инструментов нет информации о том в какой инструментальный коннектор станка закреплен инструмент, поэтому при импорте в список инструментов данная информация может быть заполнена некорректно.

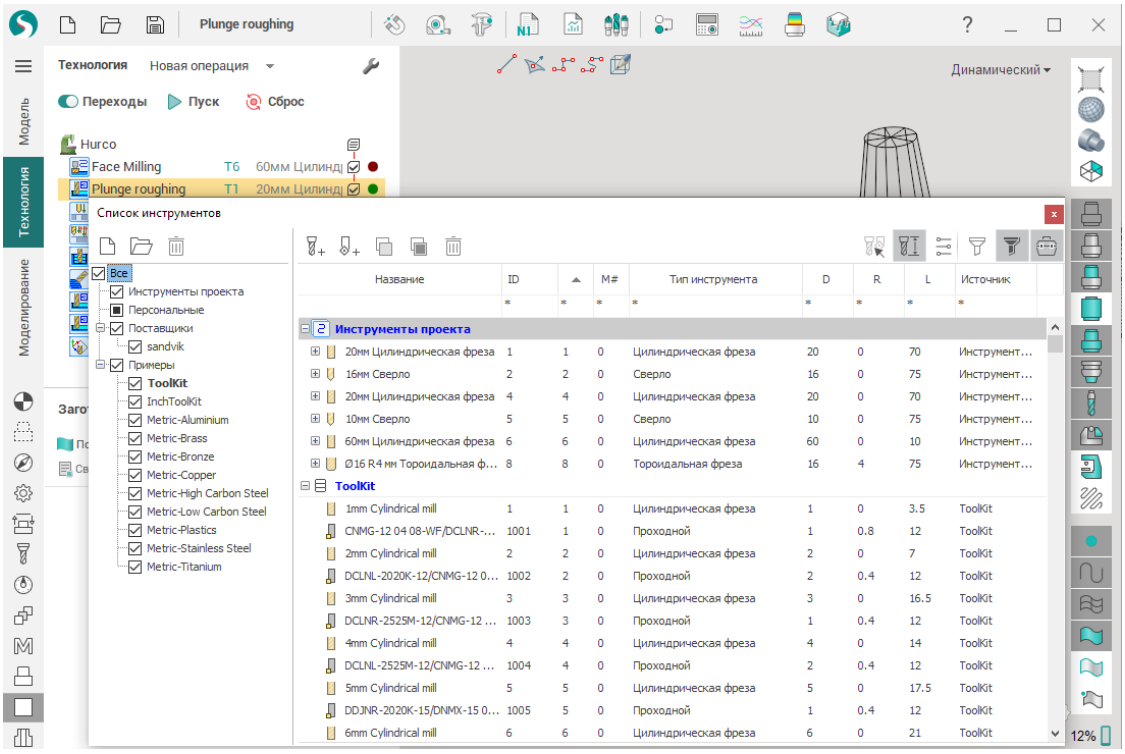
Создать новый список инструментов - очищает список инструментов, удаляет все неиспользуемые в операциях инструменты и разрывает связь с файлом, если инструменты были ранее сохранены в файл. Из настроек системы удаляется запомненное имя файла для текущего станка. Новый пустой список инструментов заполняется автоматически по списку операций техпроцесса по описанному выше алгоритму.

Имеющийся функционал списка инструментов позволяет не просто хранить инструменты в одном месте, но и **реализует механизм контроля параметров** инструментов внутри операций проекта. Рассмотрим как это реализовано.

В проекте содержится множество копий каждого инструмента - по одной копии в каждой операции и одна копия в глобальном списке инструментов. Признаком того что два инструмента являются копиями друг друга, а не разными инструментами является **общий ID** инструмента. Все эти копии могут отличаться друг от друга. Контроль отличий разных копий инструментов друг относительно друга осуществляется на закладке Технология в дереве операций и в окне Инструменты(see page 1625).

В дереве операций может отображаться отдельная **колонка инструментов**. Видимость колонки инструментов включается в контекстном меню дерева операций. В этой колонке для каждой операции техпроцесса отображается идентификатор инструмента и его имя. В качестве показываемого идентификатора может выступать либо ID инструмента, либо его номер.





Отличие инструментов друг от друга изображается путем использования **разных цветов и шрифта**.

1. **Цвет имени инструмента** используется для обозначения отличий инструмента операции от такого же инструмента **в глобальном списке**:
    a. **серый** - инструмент операции не отличается от инструмента в списке;
    b. **черный** - инструмент операции отличается от инструмента в списке;
2. **Жирность шрифта** используется для обозначения отличий инструмента от такого же инструмента **в других операциях** текущего проекта:
    a. **нормальный шрифт** - инструмент данной операции не отличается от инструментов в других операциях;
    b. **жирный шрифт** - инструмент данной операции отличается от инструментов в других операциях.
3. **Цвет идентификатора инструмента** в колонке дерева операций используется для отображения **корректности номеров** инструментов проекта:
    a. **красный** - номер инструмента некорректный, т.к. в проекте есть **несколько разных инструментов**, но которые имеют одни и те же номер инструмента, номер магазина и номер корректора;
    b. **серый** - номер инструмента корректный, т.е. данный набор номер инструмента, номер магазина и номер корректора используется только копиями одного и того же инструмента.
4. **Пунктирное подчеркивание** идентификатора инструмента в колонке используется для обозначения **отличий в режимах обработки** (подачах и скоростях резания):
    a. **без подчеркивания** - режимы обработки в данной операции **ничем не отличаются** от режимов обработки, указанных в соответствующем инструменте в глобальном списке;
    b. **с подчеркиванием** - режимы обработки в данной операции **отличаются** от режимов обработки, указанных в соответствующем инструменте **в глобальном списке**;

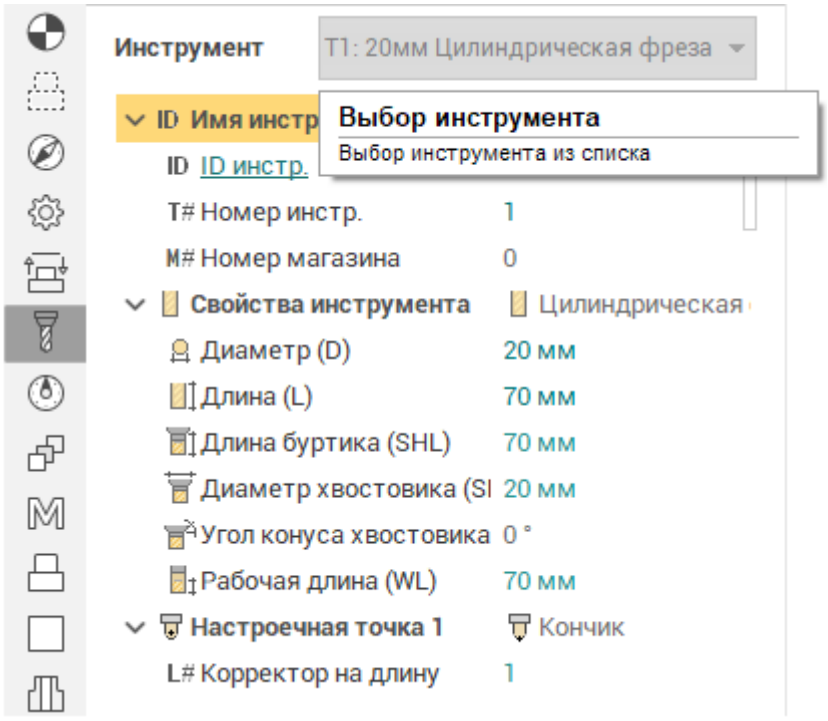
Таким образом, инструмент серого цвета с нормальным шрифтом полностью "правильный" (не отличающийся ни от одной копии), а самый черный и жирный инструмент - наиболее вероятно самый "неправильный" (отличающийся от всех остальных копий).

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Рассмотрим это на примере состояния инструментов, изображенном выше.

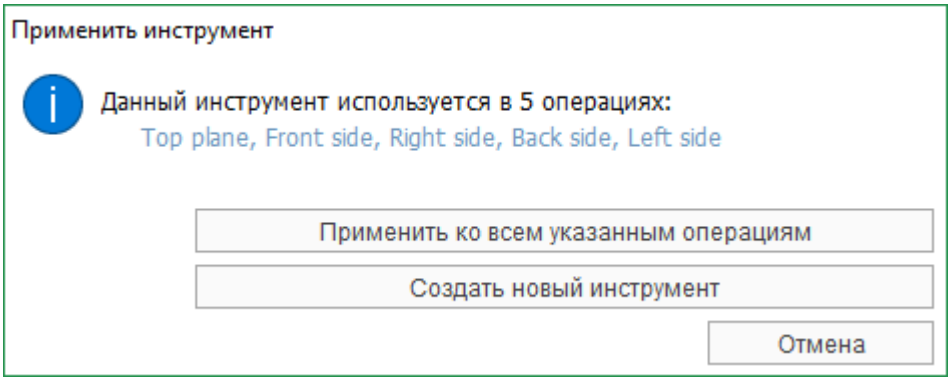
- Инструмент в операции Top plane - **T#2: 81мм Цилиндрическая фреза**. Рисуется черным, т.к. его диаметр (D=81) отличается от диаметра инструмента 2 в списке (D=80). Он также рисуется жирным, т.к. он отличается от инструментов T#2 в операциях Front side, Right side, Back side и Left side, в которых его диаметр равен 80.
- Инструмент в операциях Front side, Right side, Back side и Left side - **T#2: 80мм Цилиндрическая фреза**. Рисуется серым, т.к. он не отличается от инструмента в списке, но рисуется жирным шрифтом, т.к. он отличается от инструмента T#2 в первой операции Top plane.
- Инструмент в операции Front holes - T#3: 20мм Сверло. Рисуется серым тонким шрифтом, т.к. он не отличается от остальных своих копий. Однако идентификатор инструмента T#3 показан красным, т.к. в проекте имеется еще инструмент T#3 6мм Сферическая фреза из операции Подчистка углов, у которого указан такой же номер 3.
- Инструмент в операции Top holes T#4: 20мм Цилиндрическая фреза. Рисуется серым тонким шрифтом, т.к. его параметры не отличаются от остальных копий.
- Инструмент в операции 5D Контур T#4: 20мм Цилиндрическая фреза. Рисуется серым тонким шрифтом, т.к. его геометрические параметры не отличаются от остальных копий, однако его идентификатор T#4 рисуется с пунктирным подчеркиванием т.к. подача инструмента в операции отличается от подачи, записанной в списке инструментов.
- Инструмент в операции Подчистка углов - T#3: 6мм сферическая фреза. Рисуется тонким шрифтом т.к. он не отличается от остальных копий. Идентификатор инструмента красный, т.к. имеется другой инструмент T#3 20мм Сверло, который имеет такой же номер инструмента равный 3.

После обнаружения отличий между копиями инструмента встает задача **синхронизации этих копий**. Данная задача легко решается при помощи специальных **кнопок**, которые (если есть отличия) появляются **в строке заголовка инспектора** свойств операции на вкладках Инструмент и Подачи/Скорости, а также на панели редактирования в окне Инструменты(see page 1625). Причем данные кнопки работают на каждой из вкладок независимо. Кнопки на вкладке Инструмент синхронизируют только параметры самого инструмента и не меняют режимы обработки. Кнопки на вкладке Подачи/Скорости синхронизируют только режимы обработки и не меняют параметры самого инструмента.



Кнопка **Сбросить изменения** позволяет скопировать параметры из инструмента, расположенного в глобальном списке инструментов, в инструмент, находящийся внутри операции.

Кнопка **Применить изменения** позволяет скопировать параметры из инструмента операции в инструмент, находящийся в списке инструментов. Если имеется несколько операций, использующих данный инструмент и параметры инструмента в этих операциях отличаются, то будет показано дополнительное диалоговое окно.



Кнопка **Применить ко всем указанным операциям** скопирует параметры инструмента из текущей операции в инструмент в списке, а также во все операции, которые используют инструмент с тем же ID.

Кнопка **Создать новый инструмент** присвоит инструменту текущей операции новый ID (будет сгенерирован автоматически) и создаст копию этого инструмента в глобальном списке инструментов. Таким образом, связь с копиями инструмента в других операциях разрывается.

При **двойном клике на колонку инструмента** в дереве операций, а также при клике по отдельной **кнопке с именем инструмента** в заголовке инспектора свойств операции на закладках Инструмент и Подачи/Скорости, также открывается окно Инструменты(see page 1625).

7.3 Формирование инструмента произвольной формы

Для случая фасонной обработки и ряде других возникает необходимость задавать форму инструмента отличную от стандартной.

Для этого в CAM системе реализована возможность задания произвольного фасонного инструмента.

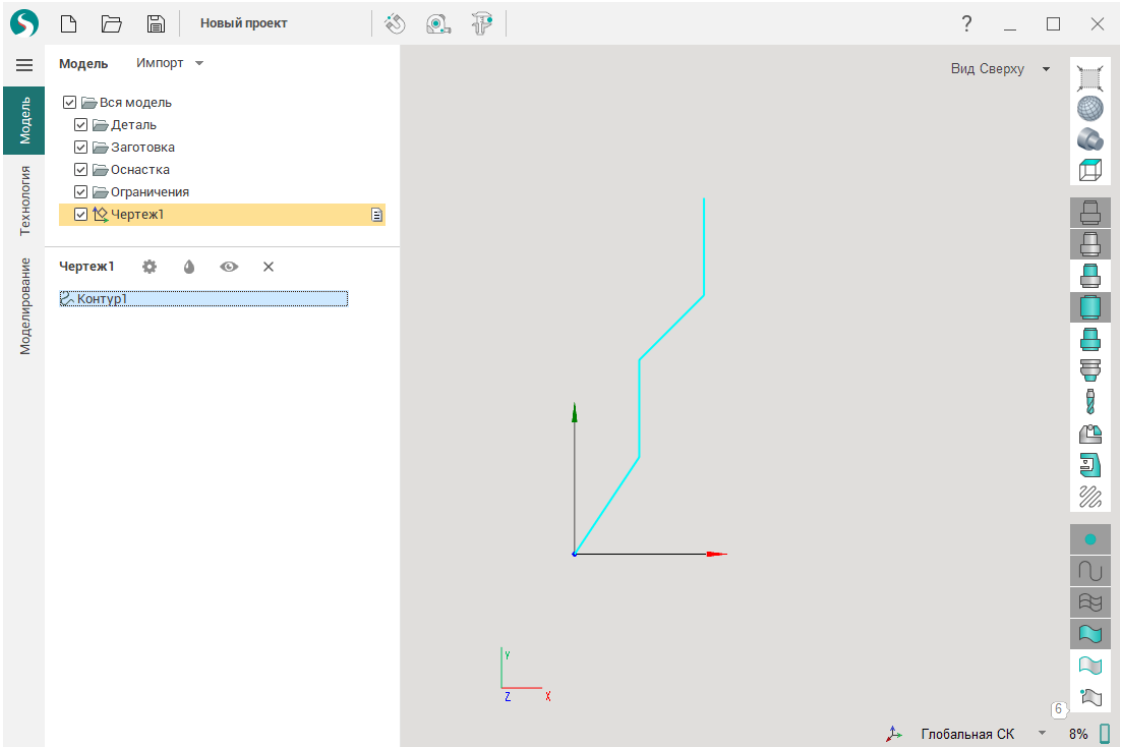
Для фрезерных инструментов он задается в виде образующей. Фасонный инструмент доступен во фрезерных операциях <2D контур (see page 823) >, <3D контур (see page 860) > и <5D контур (see page 1009) >.

Контур для задания образующей может быть получен из импортированной модели или нарисован при помощи функции <**Чертеж**>.

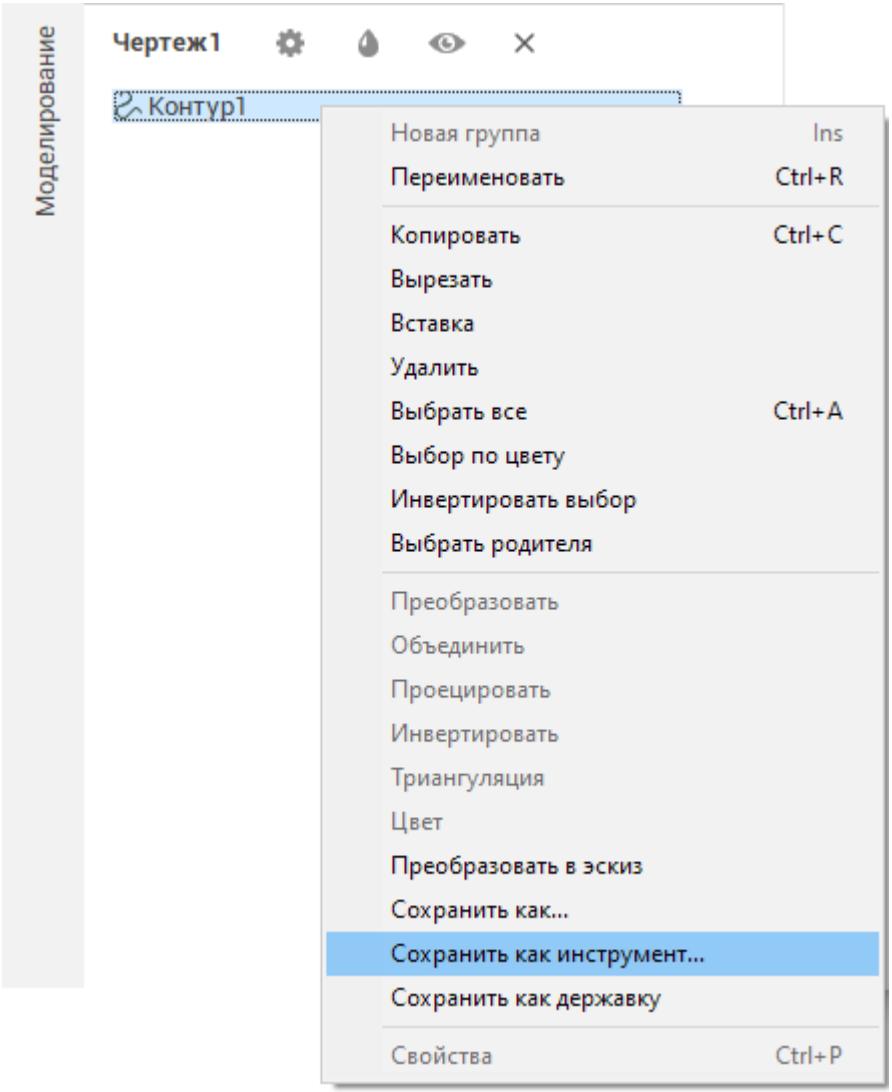
Порядок задания фасонного контура при помощи функции <**Чертеж**> следующий:

Включить режим построений нажатием кнопки  и нарисовать профиль инструмента. При необходимости контур может быть параметризован.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



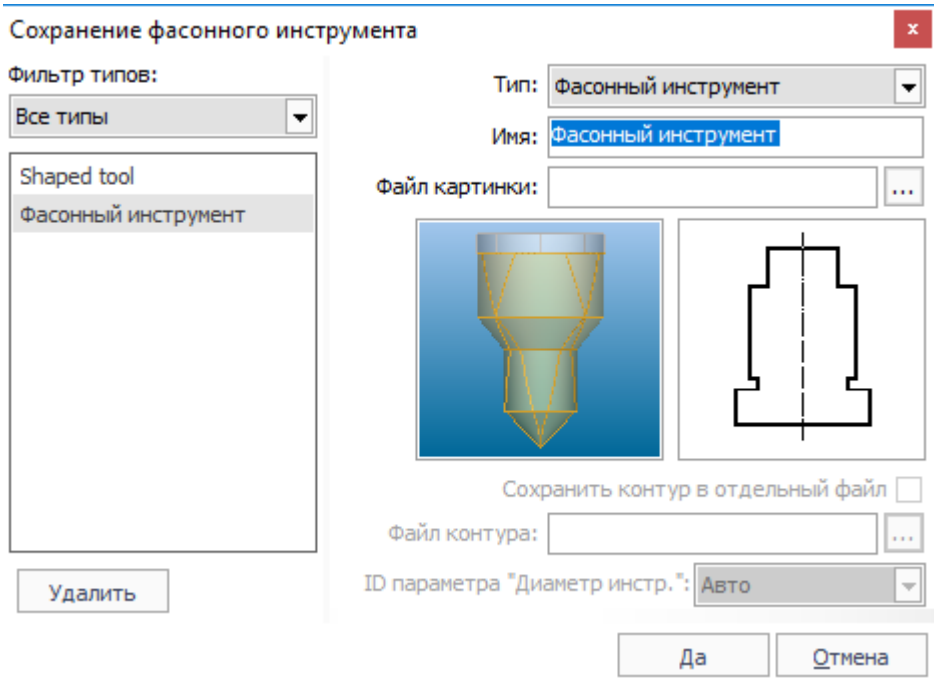
Полученный контур необходимо выбрать в списке слева и сохранить в файл, выбрав пункт меню <Сохранить как инструмент...>, как показано на рисунке ниже:



Все заданные контура сохраняются в каталоге "C:\Documents and Settings\All Users\Application Data\Sprut Technology\SprutCAM\Version 12\Tools".

В появившемся окне следует указать тип контура, его имя и схему инструмента для которого он был задан (опционально):

© 2025 ООО СПРУТ Технология

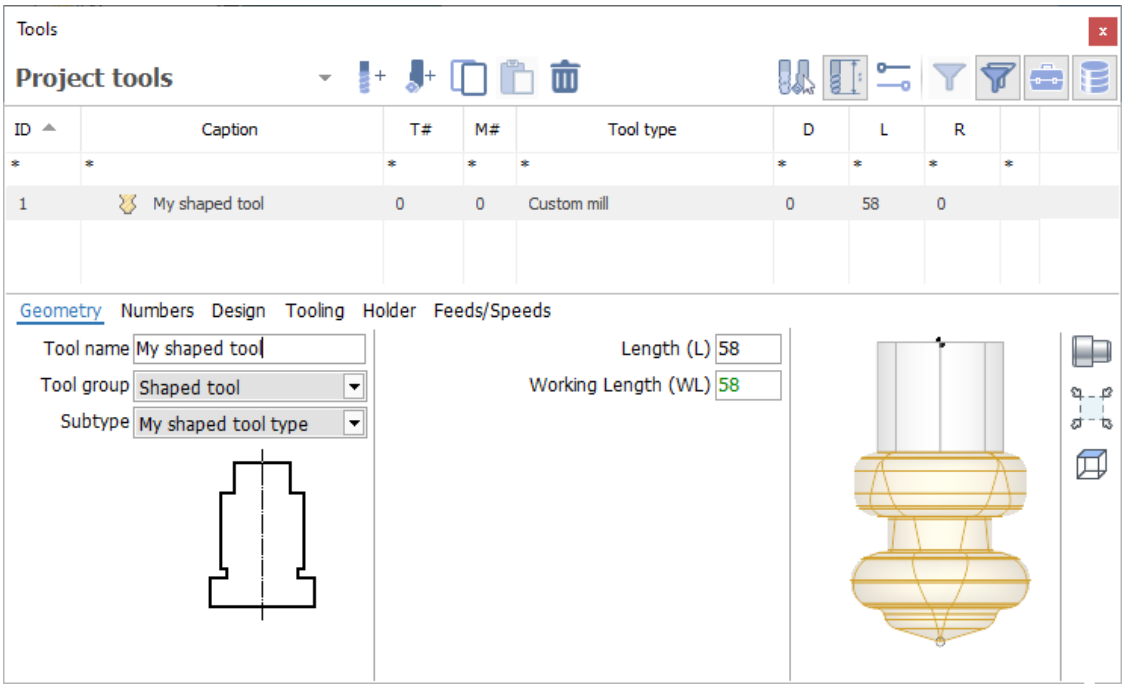


В левой части окна расположен фильтр типов контуров и список ранее заданных контуров. При необходимости ранее заданные контура могут быть удалены или переименованы.

<Сохранить контур в отдельный файл> – позволяет сохранять геометрию контура отдельно от его описания.

В дальнейшем полученный контур может быть вновь загружен в редактор для корректировки.

Далее вновь созданный тип инструмента можно будет выбрать в окне Инструменты:(see page 1625)



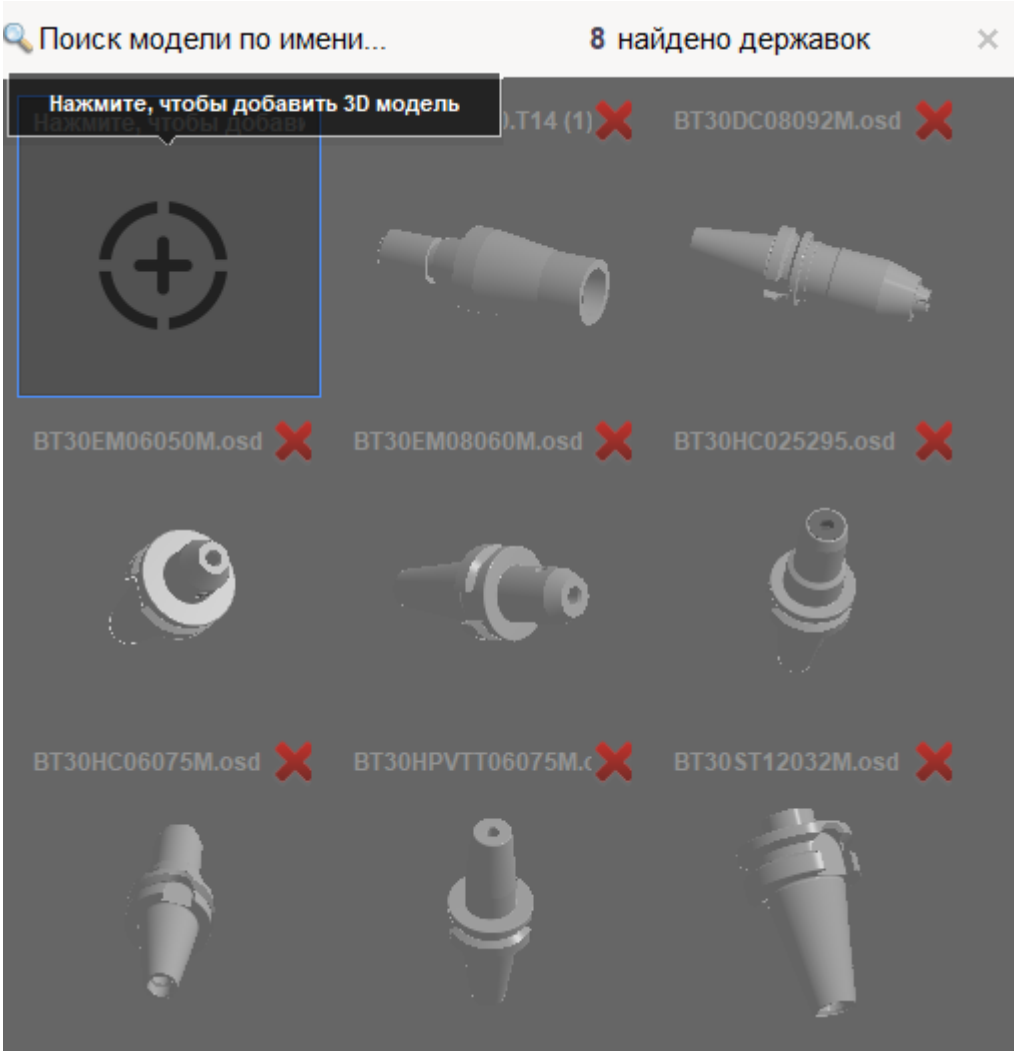
Необходимо помнить, что при копировании базы инструментов, файлы контуров копироваться не будут. Поэтому при копировании базы на другой компьютер необходимо переносить их вручную.

7.4 Окно державок (*.osd)

Реализовано окно для открытия и добавления 3D моделей (формата *.osd) державки.

Имеется возможность добавлять ранее подготовленные модели державок с компьютера в окно державок.

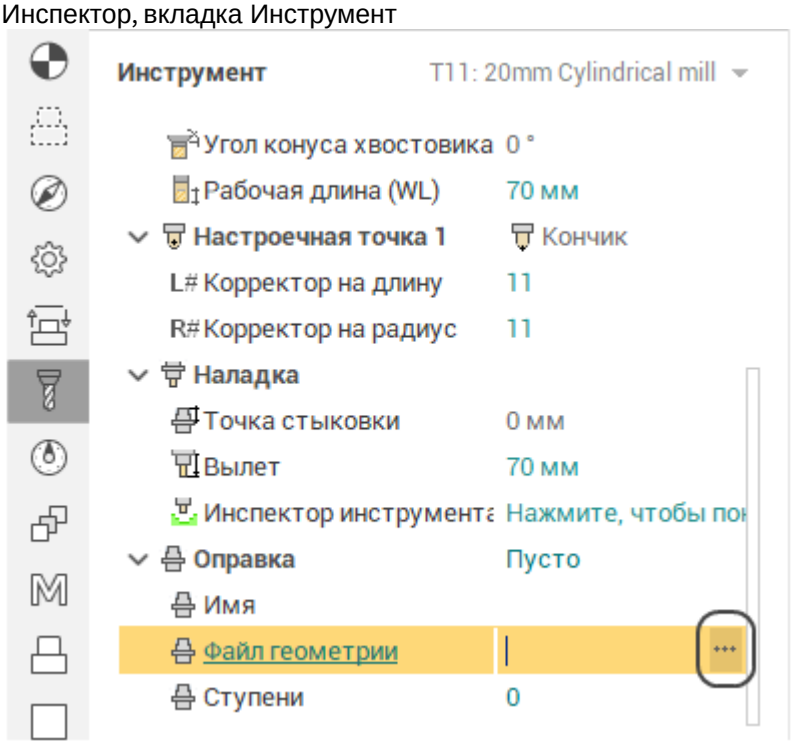
Ранее добавленные державки в данное окно сохраняются в конфигурационный файл для дальнейшей автоматической загрузки.



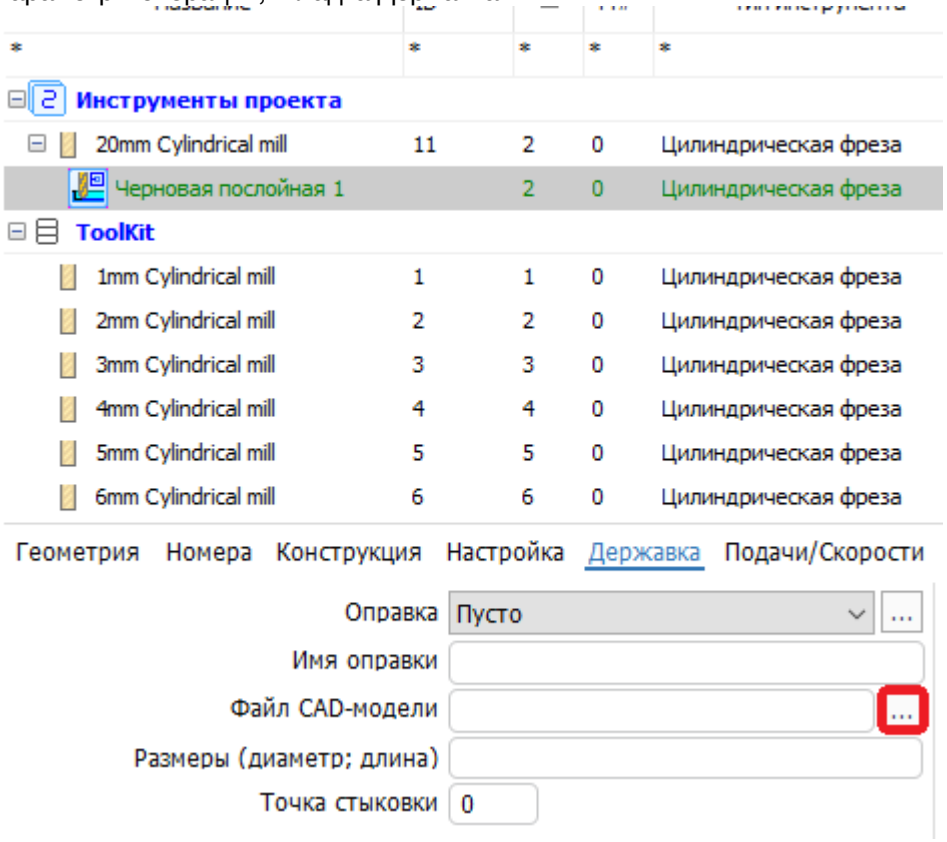
Данное окно может быть вызвано из следующих мест:

© 2025 ООО СПРУТ Технология

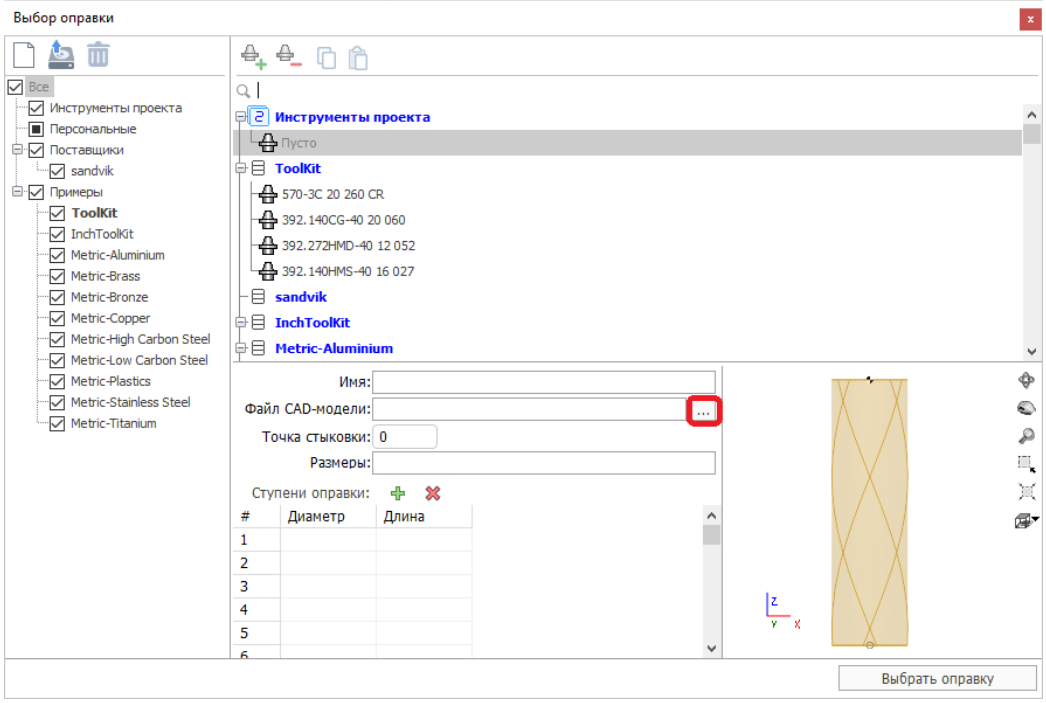
1. Инспектор, вкладка Инструмент



2. Параметры операции, вкладка Державка



3. Окно "Выбор оправки"



7.5 API для импорта обрабатывающих инструментов

Существует программный API (Application Programming Interface - программный интерфейс приложения), используя который вы можете написать собственную программу для импорта обрабатывающих инструментов в CAM систему из любых внешних систем (таких как TDM/PDM/PLM). Он позволяет создавать простые программы (как показано на картинке ниже) внутри которых вы можете, например:

- создавать новые инструменты желаемого типа (токарные, фрезерные и др.);
- задавать свои собственные геометрические размеры и параметры создаваемых инструментов;
- добавлять данные инструменты в хранилище (библиотеку инструментов) и сохранять ее в файл на жестком диске. Затем вы можете использовать эту библиотеку внутри окна инструментов CAM-системы(see page 1630) обычным способом.

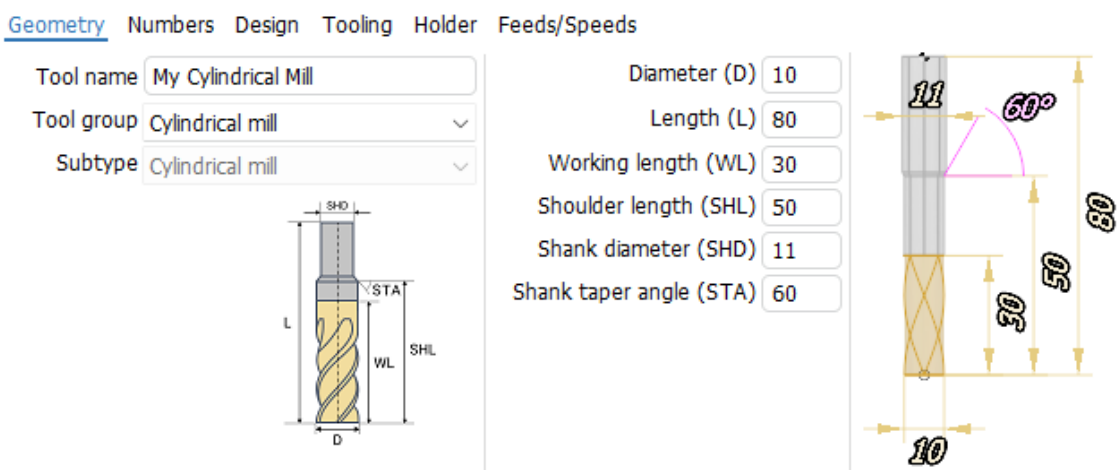
Для получения подробной информации об использовании данного API смотрите документацию здесь[21].

21 https://docs.sprut.ru/CAMAPI/18/en/src/MachiningToolsImport/MTIStartPage.html

© 2025 ООО СПРУТ Технология

```
var importer = MTIMachiningToolsImportHelper.CreateImporter(assemblyPath);
var storage = importer.OpenExistingToolsStorage(toolStoragePath);
var tool = importer.CreateCylindricalMill();
tool.SetName("My Cylindrical Mill");
tool.CuttingDiameter = 10;
tool.OverallLength = 80;
tool.WorkingLength = 30;
tool.ShoulderLength = 50;
tool.ShankDiameter = 11;
tool.ShankTaperAngle = 60;

storage.AddToolItem(tool);
MTIMachiningToolsImportHelper.FinalizeImporter();
```



8 Возможности расширения и интеграции системы

8.1 **Область применения:**

API позволяет внешним разработчикам легко интегрировать и расширять нашу программу, открывая целый мир возможностей. С помощью API разработчики могут добавлять пользовательские пункты меню, предоставляя пользователям еще больше контроля и гибкости. Они также могут читать активные свойства проекта, что позволяет проводить более глубокий анализ и манипулировать данными проекта.

Еще одна замечательная возможность, предоставляемая API, — это возможность исследовать список операций и инструментов, доступных в нашей программе. Это позволяет разработчикам создавать комплексные плагины и расширения, которые улучшают функциональность нашей программы.

Кроме того, разработчики могут использовать API для запуска постпроцессоров и программной генерации G-кода. Эта автоматизация позволяет пользователям оптимизировать свои рабочие процессы и легко генерировать машинные инструкции.

Кроме того, API облегчает импорт геометрических моделей, что упрощает включение внешних моделей в нашу программу как никогда.

Обратите внимание, что API в настоящее время находится на стадии альфа-тестирования и активно разрабатывается. Хотя мы уверены в его функциональности, мы рекомендуем использовать его с осторожностью и точностью.

Используйте мощь нашей программы с новым API и откройте бесконечные возможности для настройки и интеграции. Приятного кодирования!

Отдельную документацию по API для разработчиков вы можете найти Узнать больше[22].

8.2 Скрипты в СПРУТКАМ

Функционал СПРУТКАМможет быть расширен за счет использования скриптов.

СПРУТКАМиспользует скриптовый движок Sprut4(see page 1654).

Есть несколько возможностей которые даёт использование скриптов в СПРУТКАМ.

- Создание скриптовой операции. Скриптовые операции наследуются от существующий и могут управлять изменением параметров операции и рассчитывать траекторию инструмента.
- Добавить скрипты в процесс расчета операции. Данные скрипты вызываются при расчете траектории.
- Выполнять скрипты при запуске **СПРУТКАМ** или по кнопке в панели инструментов.

See also:

22 https://docs.sprut.ru/CAMAPI/18/en/index.html

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Программный интерфейс СПРУТКАМ(see page 1657)

Скрипты в СПРУТКАМ(see page 1654)

Среда разработки скриптов(see page 1654)

Скриптовые операции(see page 1657)

Операции со скриптовыми событиями(see page 1660)

Скрипты(see page 1660)

8.2.1 Скрипты в СПРУТКАМ

Sprut4 - универсальный язык программировния. Программы Sprut4 компилируются в байт-код и исполняются виртуальной машиной Sprut4. Описание языка Sprut4 находится в документации по языку Sprut4 .

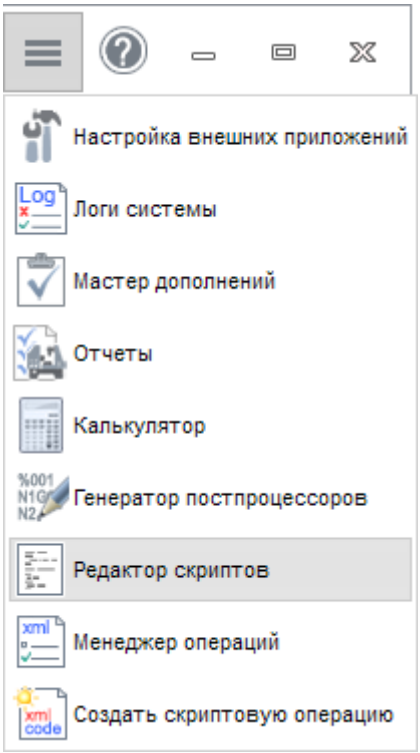
Сопутствующие ссылки:

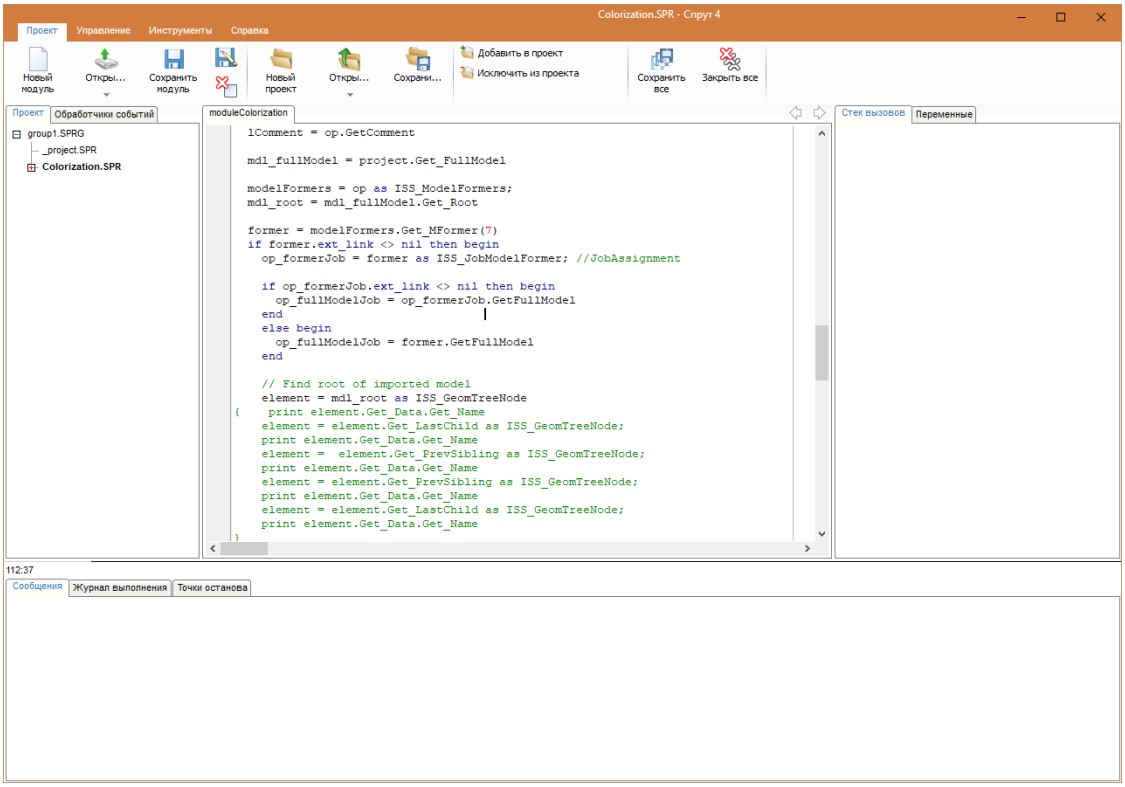
Среда разработки скриптов(see page 1654)

Программный интерфейс СПРУТКАМ(see page 1657)

8.2.2 Среда разработки скриптов

Окно среды разработки можно открыть нажав кнопку  "Редактор скриптов" в подменю "Инструменты" . Среда разработки позволяет создавать и редактировать программные модули, назначать обработчики событий для объектов системы.





В центре окна находится редактор кода скрипта, который позволяет просматривать и изменять программный код скриптовых модулей. Для каждого открытого модуля создается закладка с именем, что позволяет работать одновременно с несколькими файлами.

Обработчики событий

В левой части окна расположены панели для работы со скриптами и обработчиками событий: "Объекты", "События" и "Скрипты".

Панель"Скрипты" отображает список файлов, называемых скриптовыми модулями. Все эти файлы содержат программный код на языке Sprut4. Скриптовые модули могут храниться несколькими способами.

- Как внешние файлы, которые хранятся в виде файлов в файловой системе компьютера. Такой способ позволяет использовать программный код в нескольких проектах.
- Как файлы встроенные в файл проекта *.stcp. Программный код из такого скриптого модуля может быть использован во всем проекте.
- Как файлы хранящиеся внутри технологической операции. Хранящийся таким образом модуль, доступен только в одной операции проекта. Такая операция может быть впоследствии использована как параметры по умолчанию.

Кнопка "Создать скрипт"  используется чтобы создать новый скриптовый модуль. После нажатия кнопки будет вызван диалог задания имени файла и расположения для внешних файлов.

Кнопка "Открыть скрипт"  используется для открытия уже существующих внешних скриптовых модулей.

Кнопка "Сохранить скрипт"  используется для записи текста скрипта в файл. Если выбранный скриптовый модуль является внешним, то происходит запись на диск. Если же модуль является встроенным в проект или хранящимся в операции, то для запись на диск произойдет только при сохранении проекта.

Кнопка "Удалить скрипт"  используется для удаления скриптовых модулей.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

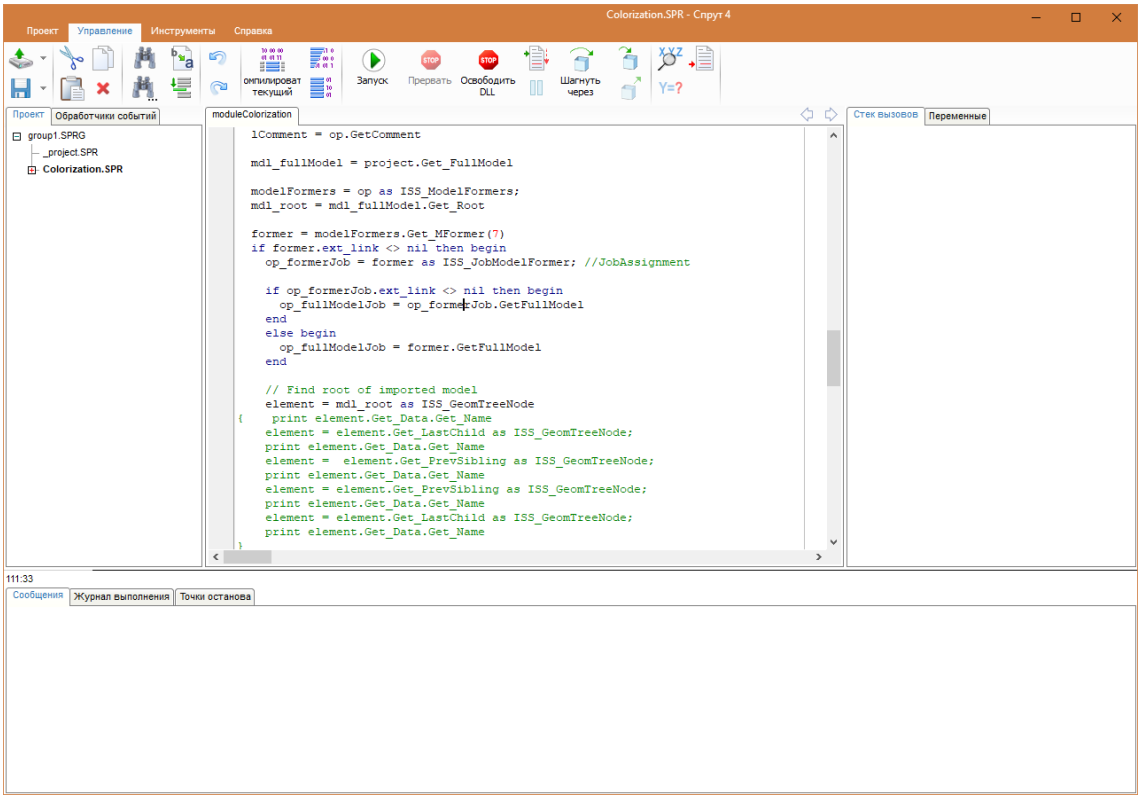
Панель "Объекты" содержит объекты, которые могут иметь обработчики событий. Список доступных событий для выбранного объекта находится на панели "События" ниже.

Событие - это сообщение, которое приходит от системы на различных этапах расчета траектории. Обработка событий дает пользователю возможность влиять на процесс вычисления траектории инструмента необходимым пользователю образом. При каждом возникновении события в объекте вызывается подпрограмма назначенная обработчиком.

Технологические операции - основные объекты в CAM системы, которые могут содержать события. Поэтому список объектов в среде разработки схож с технологическим процессом в CAM системе. Каждая операция также может иметь вложенные объекты, которые могут создавать события.

Обработчик события - это подпрограмма Sprut4 (функция или процедура), которая вызывается при наступлении события при расчете траектории. Чтобы назначить обработчик нужно выбрать объект в дереве объектов и нужное событие в списке событий, а также указать скриптовый модуль, в котором находится подпрограмма-обработчик события. При создании нового обработчика нужно указать имя подпрограммы и нажать кнопку  , которая создаст заготовку обработчика.

Панель "Управление"



Меню "Инструменты" содержит средства для редактирования, проверки синтаксиса и отладки скриптов.

Кнопка "Компилировать"  запускает проверку текста скриптового проекта на наличие ошибок.

Кнопка "Запуск"  продолжает работу скрипта после приостановки.

Кнопка "Сброс"  прерывает выполнение скрипта и вычисление траектории.

Кнопка "Выполнить до строки"  продолжает работу скрипта после остановки до текущей строки в редакторе.

Кнопка "Приостановить"  приостанавливает работу скрипта.

Кнопка "Выполнить без захода"  выполнить текущую строку скрипта, при этом выполнить вызываемые подпрограммы без остановки в коде подпрограммы.

Кнопка "Выполнить с заходом"  выполнить текущую строку скрипта, при этом остановиться в коде вызываемой подпрограммы.

Кнопка "Выполнять до возврата"  выполнять текущую подпрограмму, до тех пор пока управление не будет возвращено в вызывающую подпрограмму.

Кнопка "Добавить точку останова"  помечает текущую строку как точку останова.

Внизу окна находятся панели "Сообщения", "Ход выполнения" и "Точки остановки". Панель сообщений содержит различные сообщения компилятора и системы. Панель хода выполнения показывает вывод системы и оператора print. Панель "Точки останова" показывает список точек останова.

Сопутствующие ссылки:

Программный интерфейс СПРУТКАМ(see page 1657)

Краткое описание языка Sprut4(see page 1654)

8.2.3 Программный интерфейс СПРУТКАМ

Программный интерфейс приложения (API) - набор предопределенных классов, процедур, функций, структур и констант, которые предоставлены приложением для использования сторонними приложениями. API определяет функционал предлагаемый приложением (модулем, библиотекой) пользователю.

API для разработки скриптов в CAM системе на языке Sprut4 находится в документации по SprutCAM API[23]

Сопутствующие ссылки:

Среда разработки скриптов(see page 1654)

Краткое описание языка Sprut4(see page 1654)

8.2.4 Скриптовые операции

Скриптовая операция - это наследник от существующей в CAM системы операции часть поведения которой определяются скриптами.

---

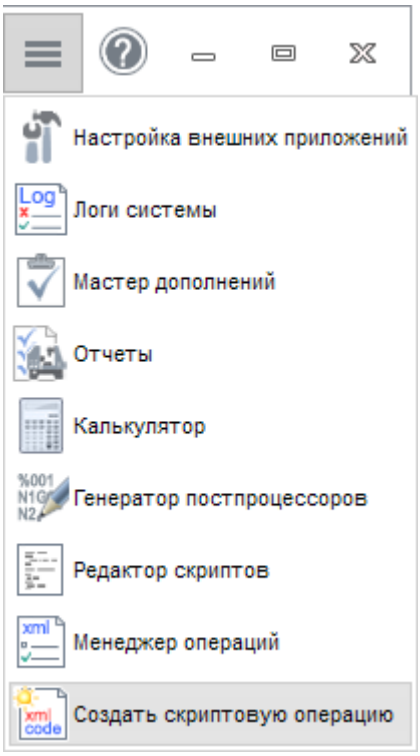
23 https://www.sprutcam.com/files/documentation/SprutCAM14/API/html/index.html

© 2025 ООО СПРУТ Технология

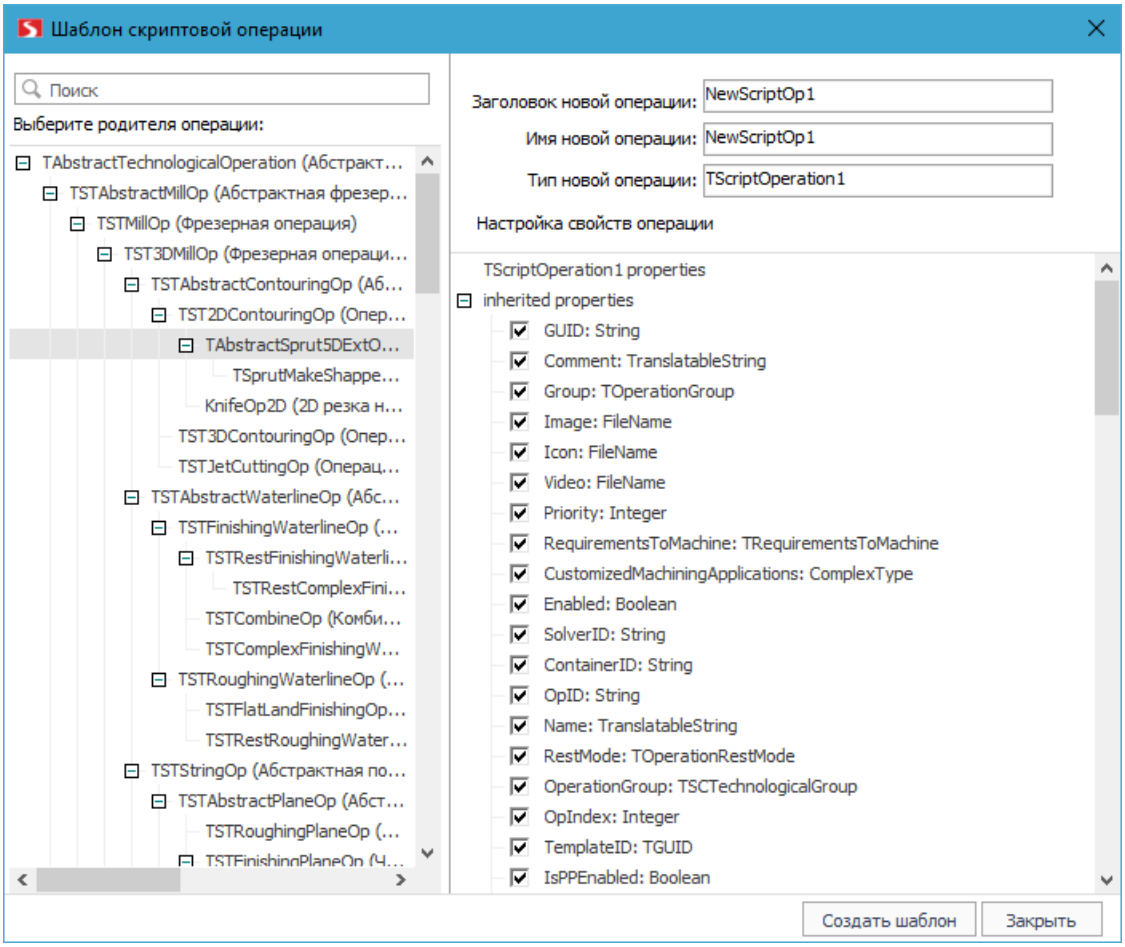
Скриптовые операции имеют методы OnCreateMethod, ChangePropertyMethod и MakeWorkPathMethod.

- OnCreateMethod это подпрограмма которая вызывается при создании операции. Служит для инициализации параметров операции
- ChangePropertyMethod это подпрограмма которая вызывается, когда меняется значение свойств в инспекторе.
- MakeWorkPathMethod эта подпрограмма вызывается когда выполняется расчет операции.

Для создания операции используйте кнопку Создание скрипт операции.



В левой панели выберите родителя операции. Любая операция может быть родителем. От родительской операции наследуются свойства и поведение операции.



Заполните параметры новой операции:

- **Заголовок** - будет показываться в дереве операций. Заголовок операции это значение ноды Comment в xml-описании.
- **Имя** - это значение будет показываться в диалоге создания новой операции и меню добавления новой операции в проект. Имя операции это значение ноды Name в xml-описании.
- **Тип** - тип новой операции. Id attribute of operation xml-descriptor. Тип операции это значение ноды ID в xml-описании.

Используйте панель Настройка свойств операции для выбора свойств которые будут видны в инспекторе.

Когда все параметры будут заполнены нажмите **Создать шаблон** для создания xml-файла с описанием операции и шаблоном Sprut4 скрипта.

После создания операции xml-файл и шаблон **Sprut4** скрипта для операции будут открыты в **SprutIDE** для дальнейшего редактирования

Так же можно создать xml-файл с описанием скриптовой операции вручную и добавить в CAM систему xml-конфигурацию.

Сопутствующие ссылки:

Программный интерфейс СПРУТКАМ(see page 1657)

Краткое описание языка Sprut4(see page 1654)

Среда разработки скриптов(see page 1654)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

8.2.5 Операции со скриптовыми событиями

Операции со скриптовыми событиями создается из операций **CAM системы** используя **SprutIDE**.

В окне **SprutIDE** в левой панели выберите вкладку Events Handlers. Выберете элемент в дереве **Объекты** и дерево **События** покажет возможные события для этого объекта. Двойной клик на событии создаст шаблон кода, который будет выполнен когда **CAM система** будет выполнять данную часть траектории. Смотрите Среда разработки скриптов(see page 1654).

Сопутствующие ссылки:

Программный интерфейс СПРУТКАМ(see page 1657)

Краткое описание языка Sprut4(see page 1654)

Среда разработки скриптов(see page 1654)

8.2.6 Скрипты

Кроме Скриптовых операций(see page 1657) и Операции со скриптовыми событиями(see page 1660) возможен запуск скриптов. В отличии от предыдущих вариантов использования скриптов, когда вызов скриптов происходит по событиям или при выполнении операции, здесь скрипт выполняется самостоятельно и управляет **CAM система.**

Вызов скрипта возможен из командной строки после загрузки **CAM системы** и из панели **Инструменты**

Скрипт может получить доступ к API CAM системы и создавать/менять операции из проекта.

Сопутствующие ссылки:

Программный интерфейс СПРУТКАМ(see page 1657)

Краткое описание языка Sprut4(see page 1654)

Среда разработки скриптов(see page 1654)

8.3 Интеграция с PLM

CAM-система поддерживает возможность интеграции с системами PLM/PDM. Для этого предоставляются API-интерфейсы, которые позволяют разрабатывать собственные модули интеграции с внешними системами. Подробная документация доступна здесь[24].

В настоящее время функциональность интеграции с PLM включает сохранение и загрузку проектов, станков, постпроцессоров, инструментов, а также импорт геометрических моделей. При подключении CAM к внешней системе через модуль интеграции в главных и

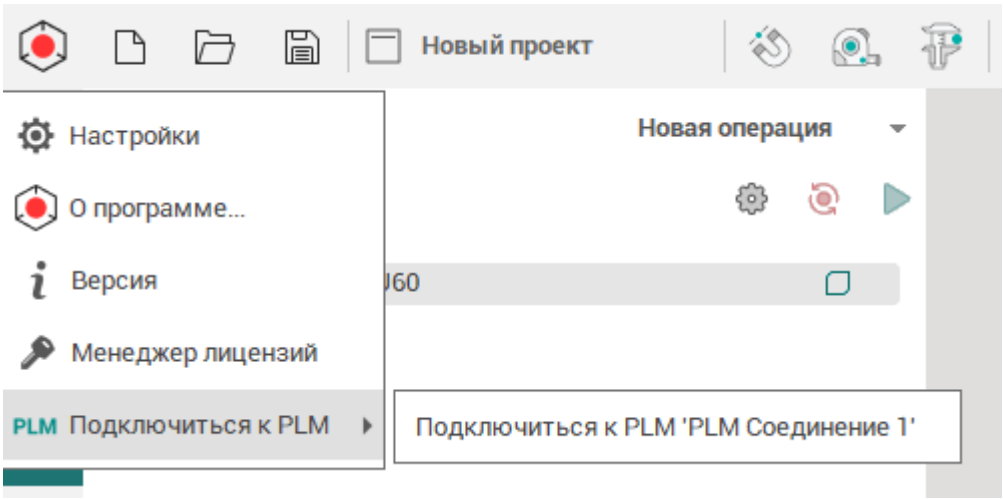
24 https://docs.sprut.ru/CAMAPI/18/en/api/CAMAPI.Extension.PLM.html

вспомогательных окнах появляются дополнительные кнопки для взаимодействия с этой системой.

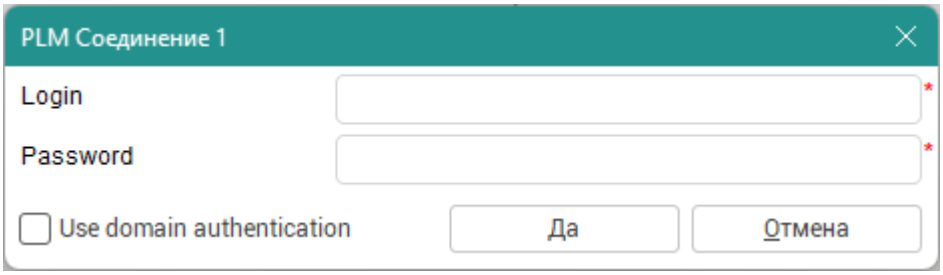
Вы можете опробовать интеграцию, используя пример расширения, доступный в разделе Ассеты на странице релизов GitVerse[25]. Перейдите к последнему релизу и загрузите прикрепленный файл расширения.

8.3.1 Авторизация во внешней системе в главном окне CAM

Чтобы авторизоваться во внешней системе PLM, откройте главное меню и наведите курсор на пункт **Подключиться к PLM**. Этот пункт отображается в меню только в том случае, если настроено хотя бы одно подключение к PLM.



Появится подменю со списком всех доступных подключений PLM. Выберите нужное подключение, чтобы открыть окно авторизации.

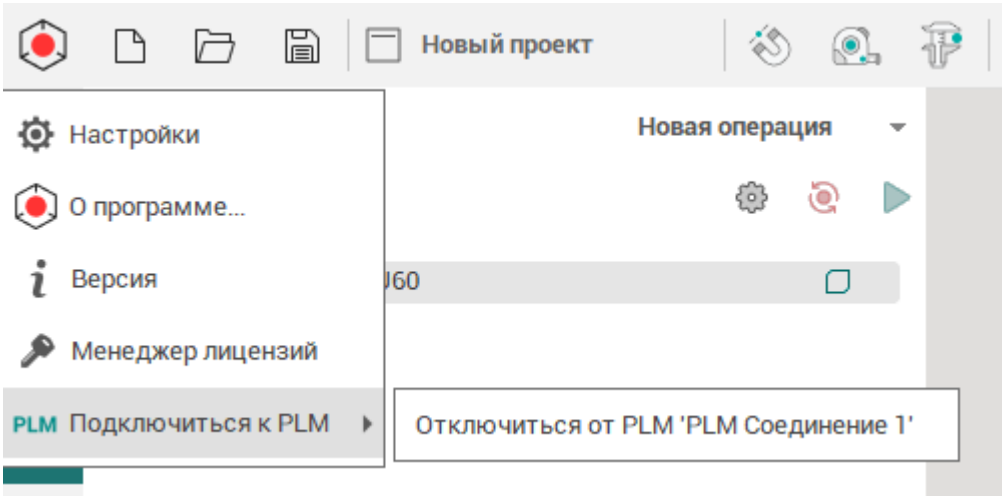


Введите свои учётные данные или установите флажок **Использовать доменную аутентификацию**, чтобы продолжить.

Чтобы отключиться от системы PLM, снова откройте главное меню, наведите курсор на пункт **Подключиться к PLM** и выберите **Отключиться от *[имя подключения]***.

25 https://gitverse.ru/spruttechnology/cam-api-examples/releases

© 2025 ООО СПРУТ Технология



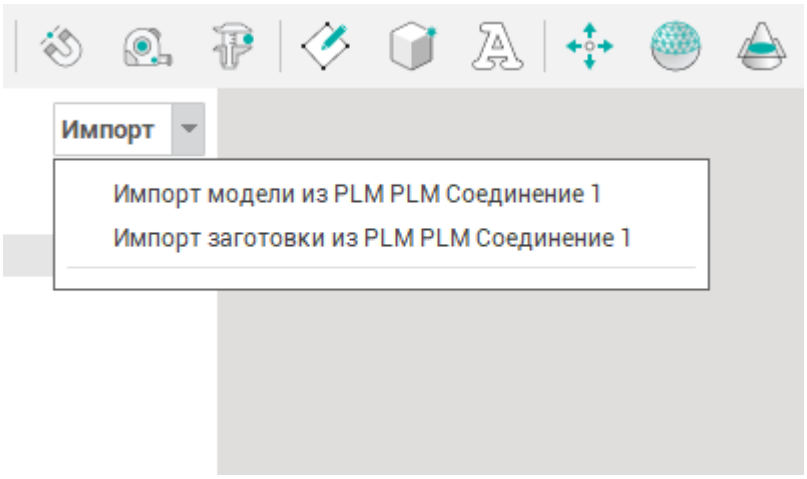
8.3.2 Импорт геометрической модели из внешней системы

Геометрические модели деталей и заготовок можно импортировать напрямую из системы PLM с помощью кнопки **Импорт** на панели инструментов **главного окна**.
Эта кнопка содержит стрелку, открывающую выпадающее меню с дополнительными параметрами импорта:

- **Импортировать модель из PLM**
- **Импортировать заготовку из PLM**

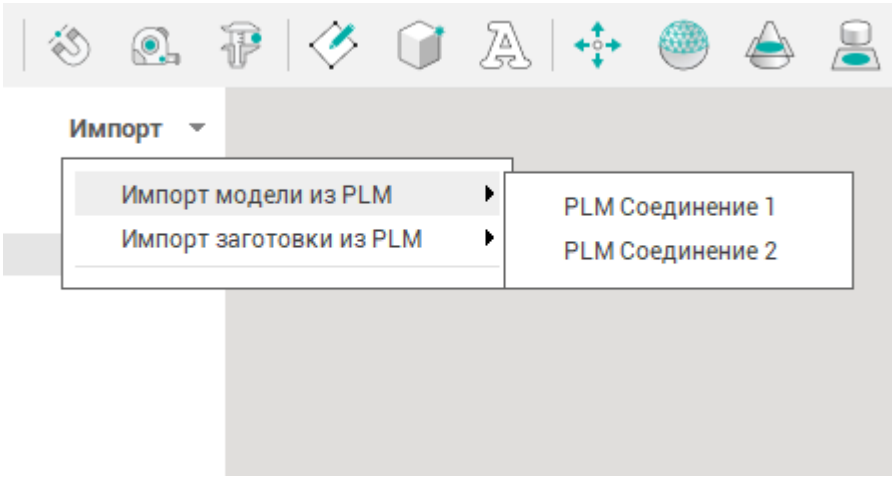
Каждый из этих пунктов содержит подменю, в котором можно выбрать настроенное подключение к PLM.

Примечание: параметры, **связанные с PLM**, отображаются только в том случае, если настроено хотя бы одно подключение к PLM.

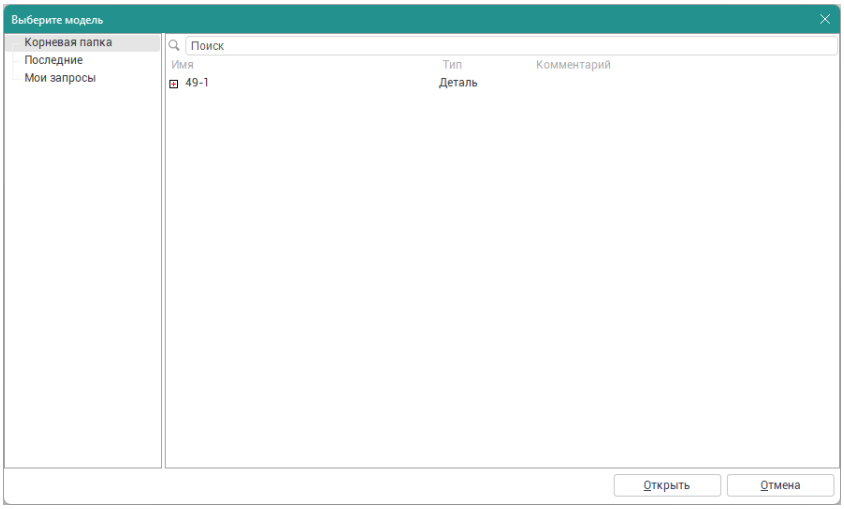


8.3.2.1 Импорт геометрической модели из внешней системы

Нажмите на стрелку рядом с кнопкой **Импорт**, затем выберите **Импортировать модель из PLM** → *[имя подключения]*.

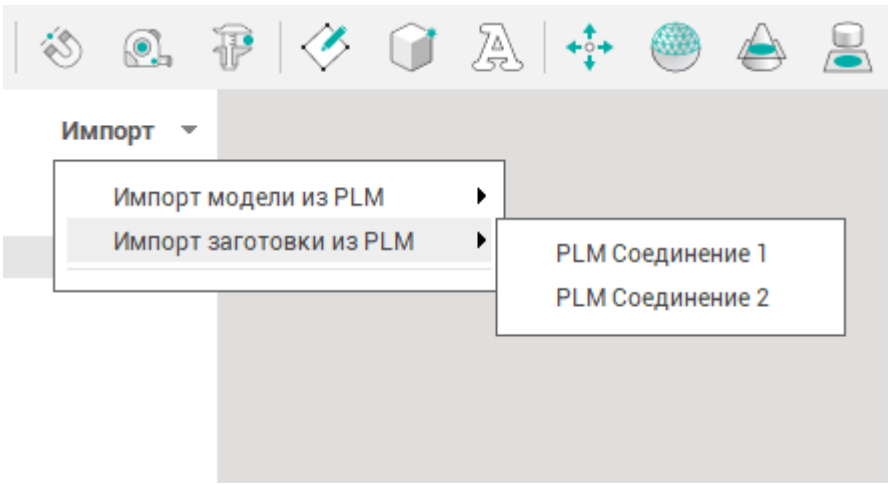


Откроется окно с древовидным списком доступных геометрических моделей во внешней системе. Выберите нужную модель и нажмите **Открыть**. Модель будет импортирована в текущий проект.



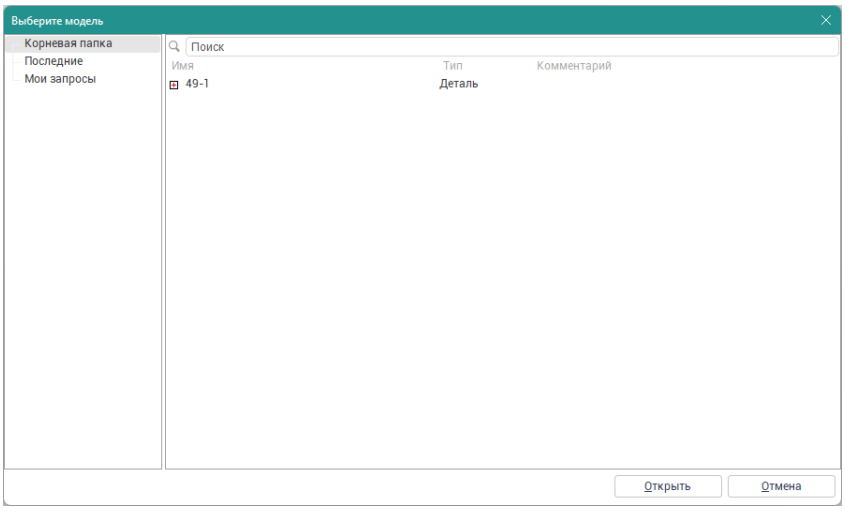
8.3.2.2 Импорт заготовки из внешней системы

Нажмите на стрелку рядом с кнопкой **Импорт**, затем выберите **Импортировать заготовку из PLM** → *[имя подключения]*.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

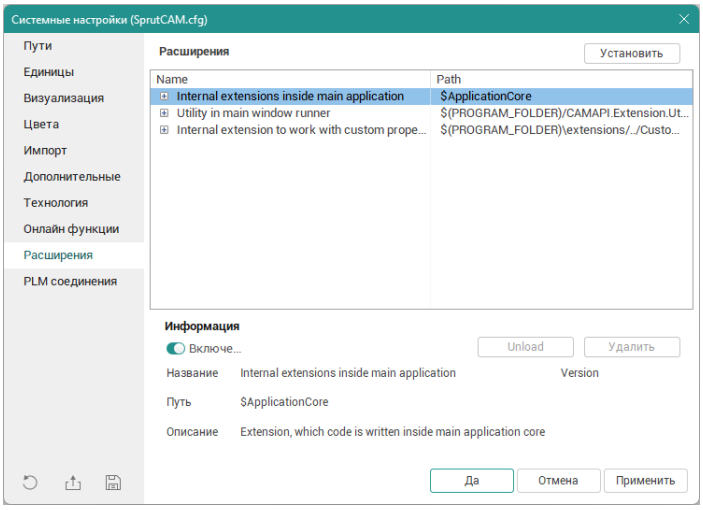
Перейдите по структуре объектов во внешней системе, чтобы найти нужную заготовку, затем нажмите **Открыть**. Выбранная заготовка будет импортирована в текущий проект.



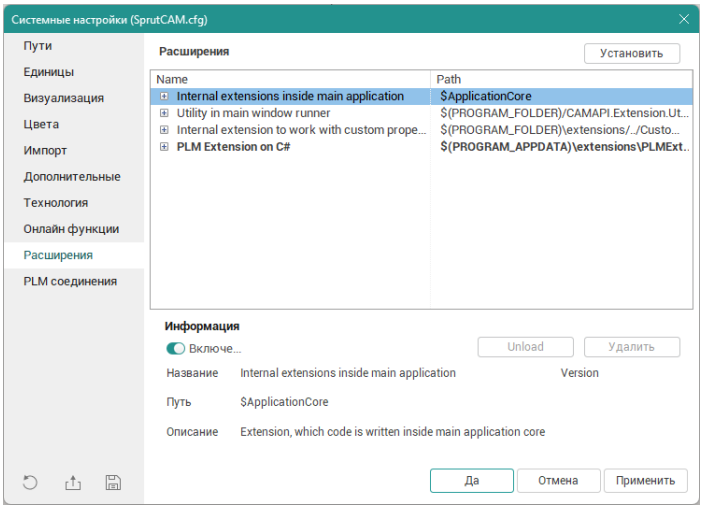
8.3.3 Установка и настройка модулей интеграции с PLM

8.3.3.1 Настройка модуля интеграции

Чтобы настроить модуль интеграции с системой PLM, откройте окно **Системные настройки** и перейдите на вкладку **Расширения**.



Нажмите кнопку **Установить**. В открывшемся окне **проводника** Windows выберите json-файл или dext-файл расширения и откройте его. Пример успешной установки:



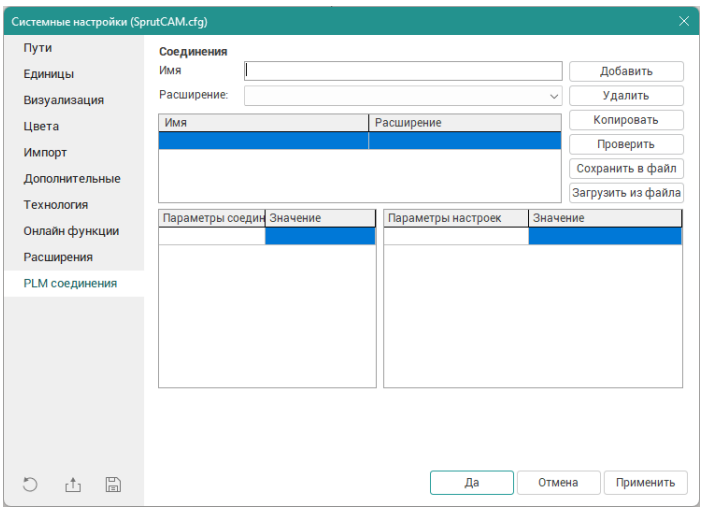
Вы также можете отключить или удалить расширение: выберите его в списке расширений и переключите тумблер **Включено** или нажмите кнопку **Удалить**.

Модуль можно установить и через интерфейс командной строки (CLI). Программа ExtensionManagerCLI.exe находится в папке установки программы.
Для установки откройте командную строку Windows и введите команду:

> **ExtensionManagerCLI.exe register-library --path "***[путь к расширению]***" --storage stAllUsers**

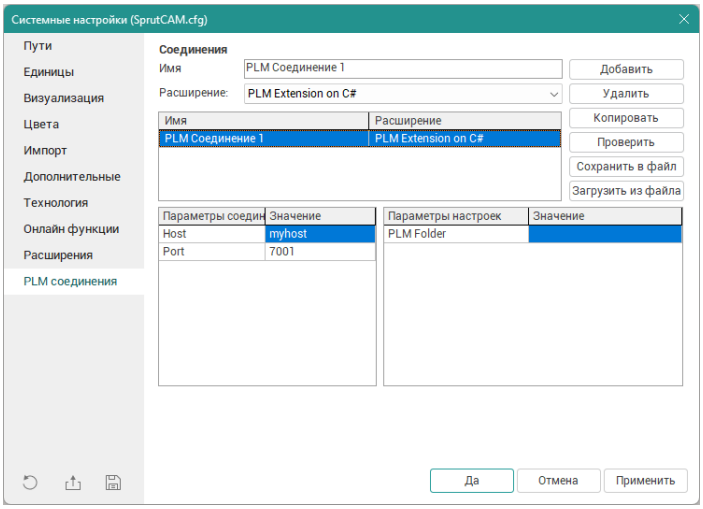
8.3.3.2 Настройка подключений к PLM

Чтобы создать и настроить подключение, откройте окно **Системные настройки** и перейдите на вкладку **Подключения PLM**.



Введите имя подключения в поле **Имя** и выберите установленное расширение PLM в выпадающем списке. Затем нажмите кнопку **Добавить**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



Вы можете настроить выбранное подключение, изменяя предложенные параметры подключения или задавая значения параметров в таблицах ниже.

Настройки можно сохранить в файл, нажав кнопку **Сохранить в файл**. Этот файл можно использовать для загрузки настроек, нажав кнопку **Загрузить из файла**.

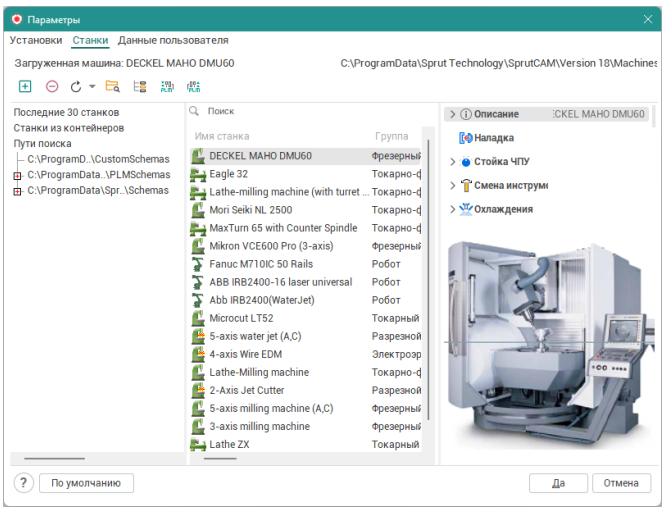
Вы можете удалить подключение: выберите его в списке подключений и нажмите кнопку **Удалить**.

Чтобы проверить подключение, нажмите кнопку **Проверить** и введите свои учётные данные.

Нажмите **Применить** или **ОК**, чтобы сохранить изменения.

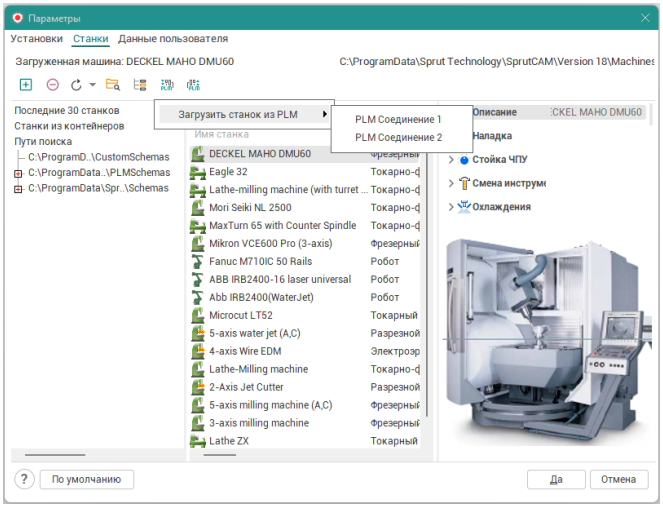
8.3.4 Загрузка и сохранение станков во внешней системе

Чтобы управлять станками через внешнюю систему, откройте окно **Параметры** и перейдите на вкладку **Станки**. В верхней панели этой вкладки расположены кнопки **Загрузить станок из PLM** и **Сохранить станок в PLM**, которые позволяют взаимодействовать с внешней системой.

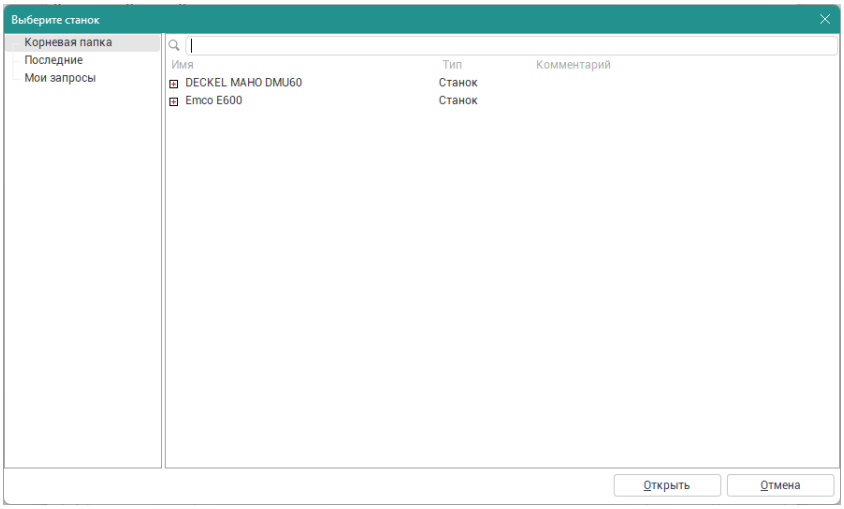


8.3.4.1 Загрузка станка из внешней системы

Чтобы загрузить станок из внешней системы, нажмите кнопку **Загрузить из PLM**. В выпадающем меню выберите *имя подключения*, чтобы открыть окно с древовидным списком доступных объектов во внешней системе.

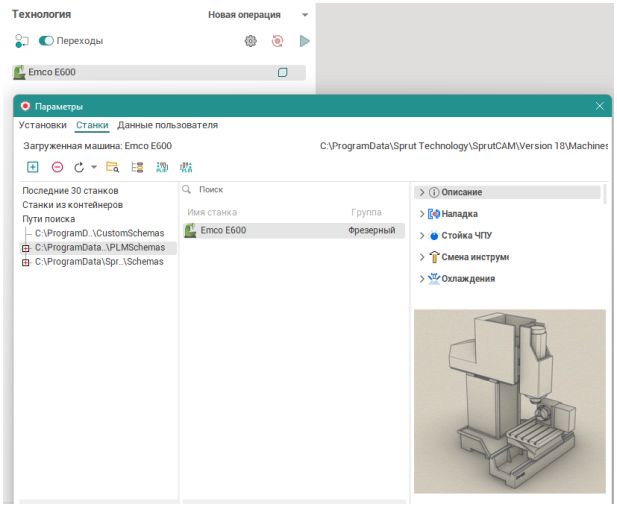


Найдите нужный станок CAM, развернув вложенные объекты в дереве или используя поиск по имени. Затем нажмите кнопку **Открыть**.



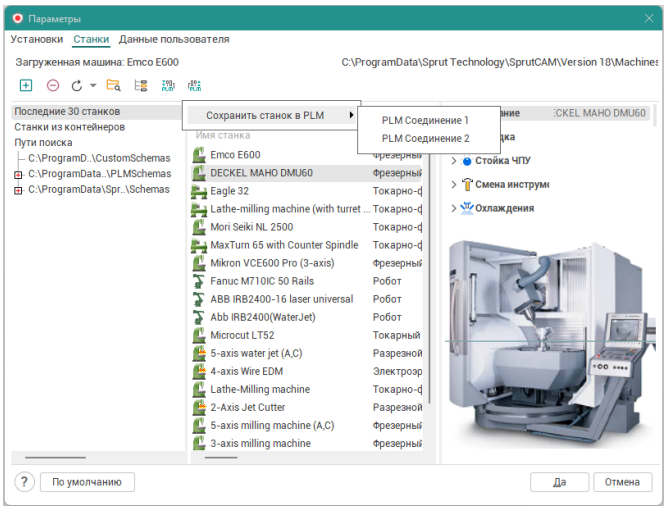
Выбранный станок будет загружен и установлен как активный в главном окне.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

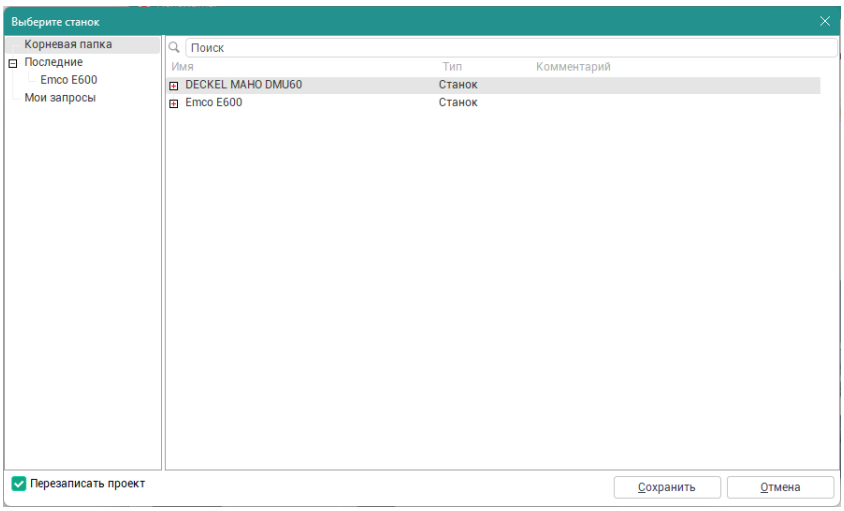


8.3.4.2 Сохранение станка во внешней системе

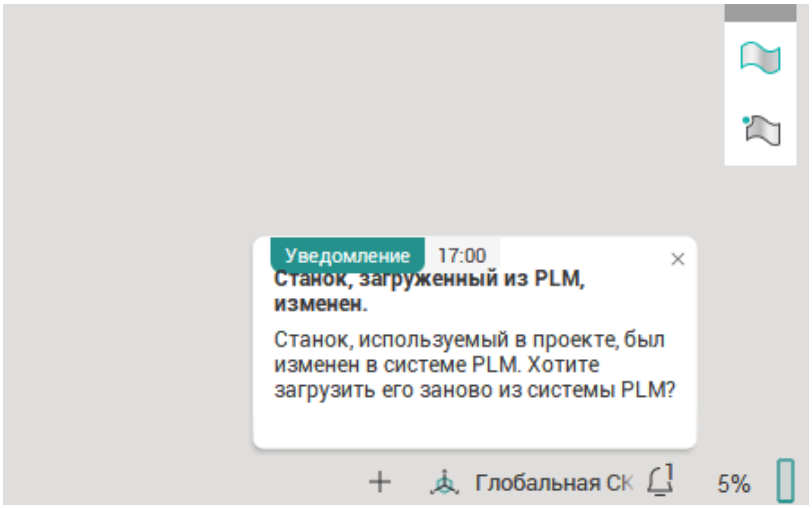
Чтобы сохранить станок во внешней системе, выберите станок, который хотите сохранить, затем нажмите кнопку **Сохранить в PLM** и выберите *имя подключения* из выпадающего меню. Откроется окно с древовидным списком доступных объектов во внешней системе.



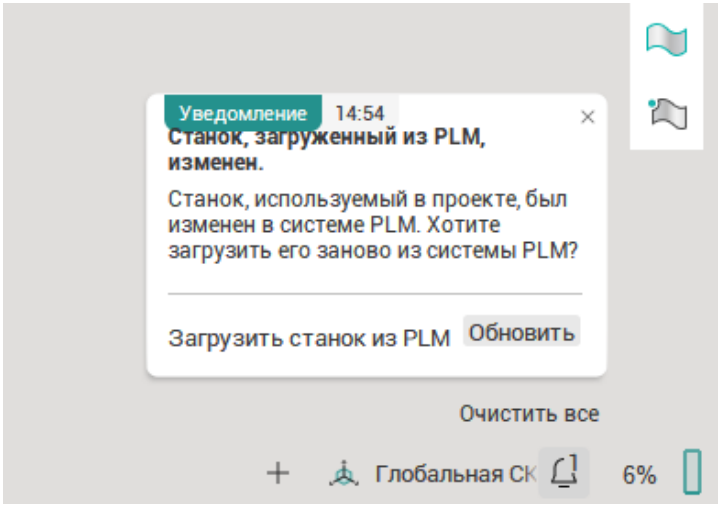
Выберите элемент, в который нужно сохранить файлы станка. Чтобы перезаписать существующие файлы, установите флажок **Перезаписать элемент**, затем нажмите кнопку **Сохранить**.



Если элемент станка был изменён во внешней системе, в главном окне появится уведомление.



Разверните уведомление и нажмите кнопку **Обновить**, чтобы загрузить обновлённую версию станка.

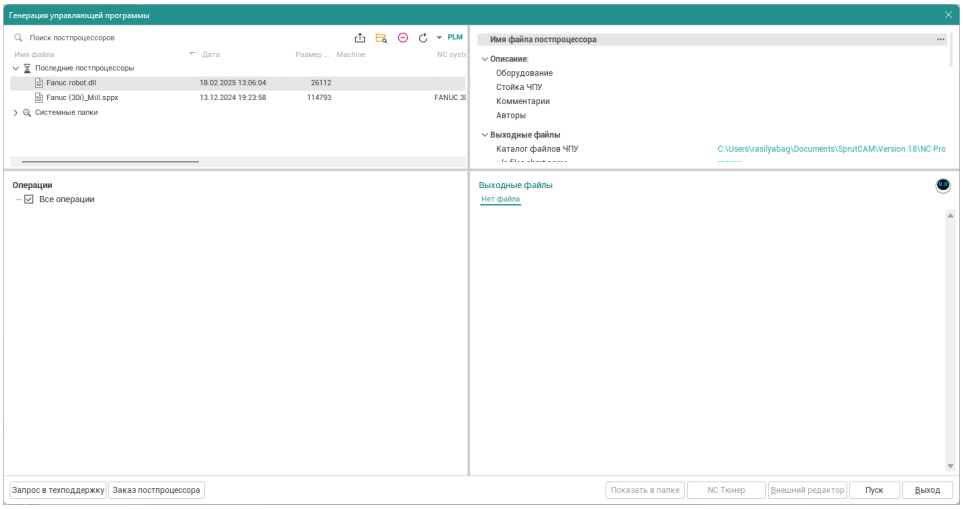


Проверить наличие обновления можно в окне **Параметры**, нажав правой кнопкой мыши на станок и выбрав в контекстном меню пункт **Проверить наличие обновлений в PLM**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

8.3.5 Загрузка и сохранение постпроцессоров во внешней системе

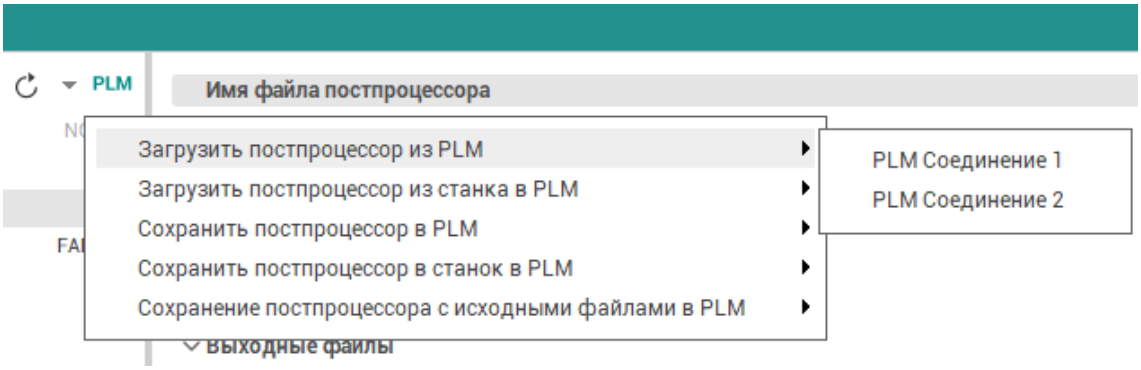
Чтобы управлять постпроцессорами через внешнюю систему, откройте окно **Генерация управляющей программы**.



В верхней панели этого окна расположена кнопка **PLM**. При нажатии на неё открывается выпадающее меню со следующими опциями:

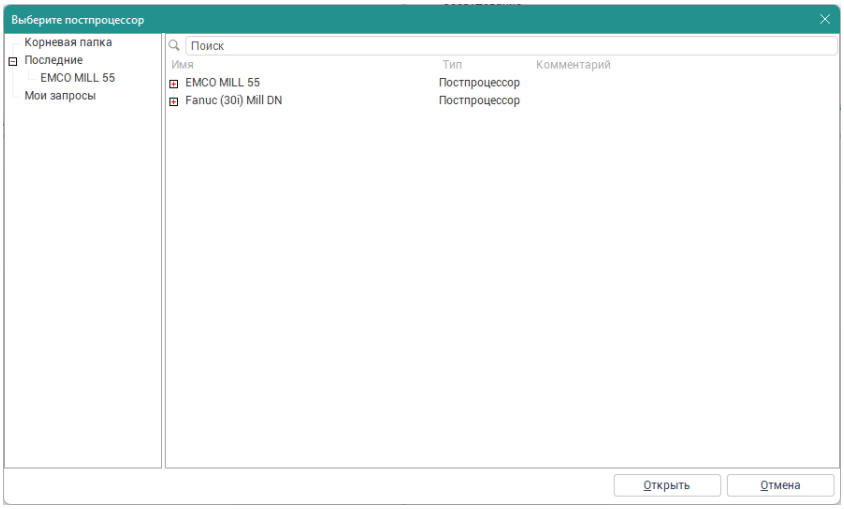
- **Загрузить постпроцессор из PLM**
- **Загрузить постпроцессор из станка в PLM**
- **Сохранить постпроцессор в PLM**
- **Сохранить постпроцессор в станок в PLM**
- **Сохранить постпроцессор с исходными файлами в PLM**

Каждый из этих пунктов содержит подменю для выбора подключения к PLM, которое отображается только в том случае, *если настроено более одного подключения*.

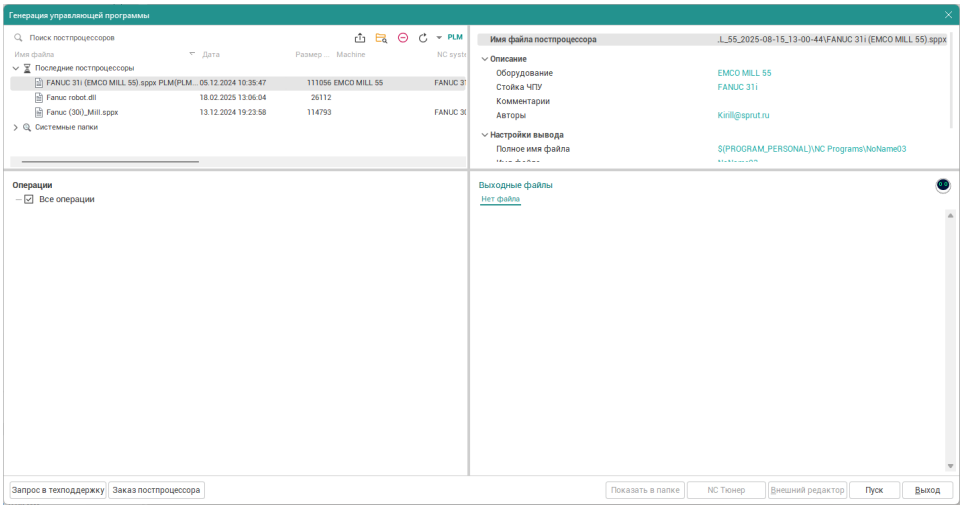


8.3.5.1 Загрузка постпроцессора из внешней системы

Чтобы загрузить постпроцессор из внешней системы, выберите **PLM → Загрузить постпроцессор из PLM →** *[имя подключения]*.
Откроется окно с древовидным списком доступных объектов во внешней системе.



Найдите нужный постпроцессор, используя дерево объектов или поиск по имени, затем нажмите **Открыть**.
Выбранный постпроцессор будет загружен и появится в списке **Недавние постпроцессоры** с именем, указывающим на то, что он загружен из внешней системы.

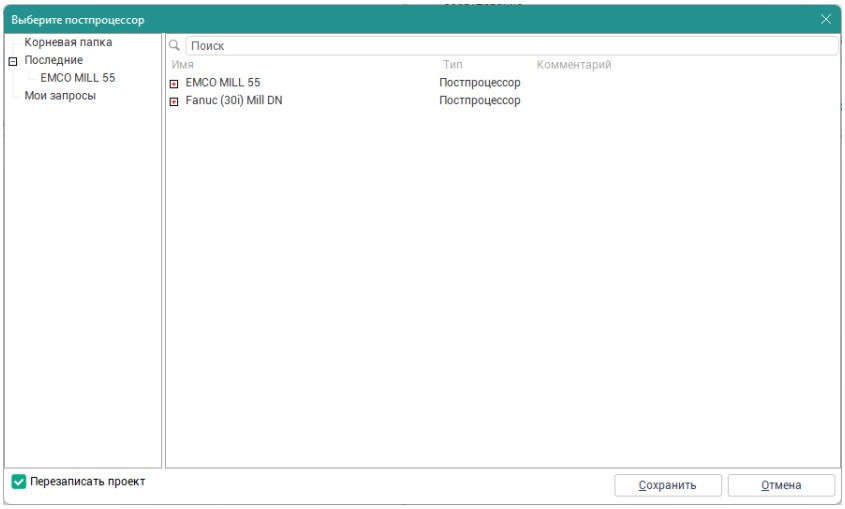


Чтобы загрузить постпроцессор, связанный с конкретным станком во внешней системе, выберите **PLM** → **Загрузить постпроцессор из станка в PLM** → *[имя подключения]*.
В открывшемся окне перейдите к станку, содержащему нужный постпроцессор, выберите его и нажмите **Открыть**, чтобы загрузить его в приложение.

8.3.5.2 Сохранение постпроцессора во внешней системе

Чтобы сохранить постпроцессор во внешней системе, выберите нужный постпроцессор, затем **PLM** → **Сохранить постпроцессор в PLM** → *[имя подключения]*.

© 2025 ООО СПРУТ Технология



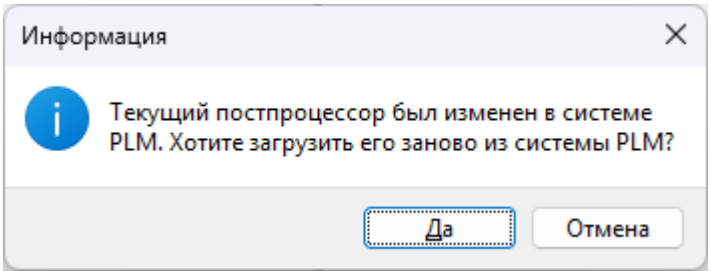
Откроется окно с деревом объектов внешней системы. Выберите элемент, в который нужно сохранить постпроцессор. Чтобы перезаписать существующие файлы, установите флажок **Перезаписать элемент**, затем нажмите **Сохранить**.

Чтобы сохранить как скомпилированный постпроцессор, так и его исходные файлы, выберите **PLM → Сохранить постпроцессор с исходными файлами в PLM →** *[имя подключения]*.
Эта опция доступна только для постпроцессоров с расширением `.dll` и при наличии связанных исходных файлов. Исходные файлы будут сохранены в архиве вместе с скомпилированным файлом.

Чтобы привязать постпроцессор к конкретному станку во внешней системе, выберите **PLM → Сохранить постпроцессор в станок в PLM →** *[имя подключения]*.
Далее выполните те же шаги, что и при стандартном сохранении: выберите место назначения, при необходимости установите флажок **Перезаписать элемент** и нажмите **Сохранить**.

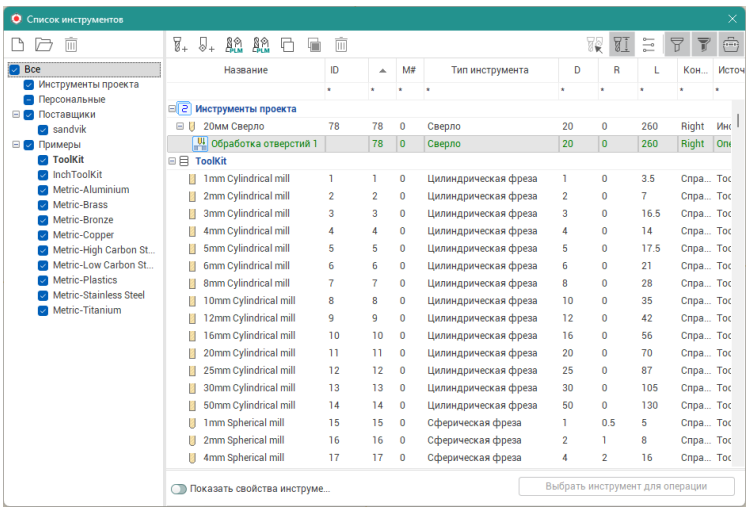
Если постпроцессор был обновлён во внешней системе после его последней загрузки, при попытке его запуска появится информационное окно с уведомлением о наличии новой версии. Вы можете выбрать одно из действий:

- **Да** — скачать и применить обновлённую версию постпроцессора.
- **Отмена** — продолжить работу с текущей загруженной версией без обновления.



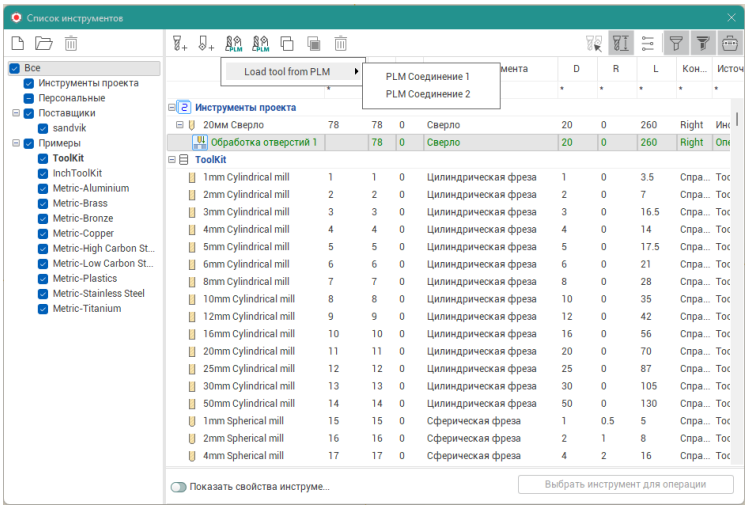
8.3.6 Загрузка и сохранение инструментов во внешней системе

Чтобы управлять инструментами через внешнюю систему, откройте окно **Список инструментов**.
В верхней панели расположены кнопки **Загрузить инструмент из PLM** и **Сохранить инструмент в PLM**.

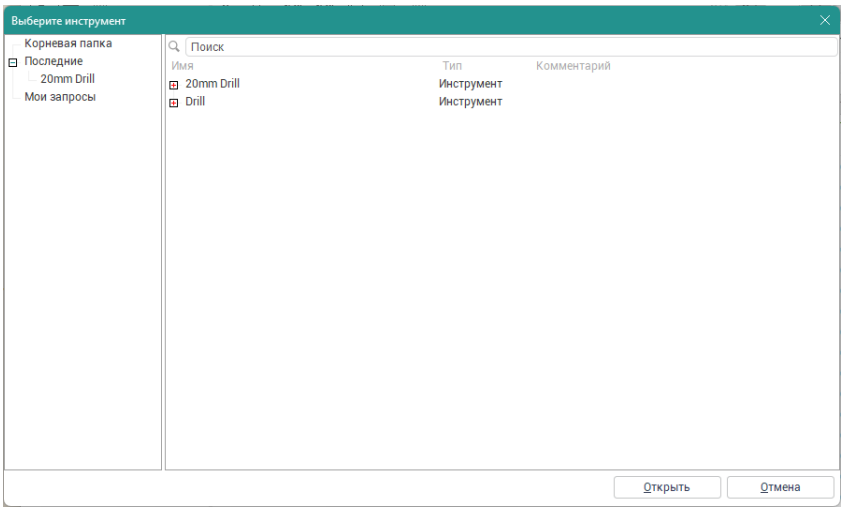


8.3.6.1 Загрузка инструментов из внешней системы

Нажмите **Загрузить инструмент из PLM**, затем выберите нужное подключение.



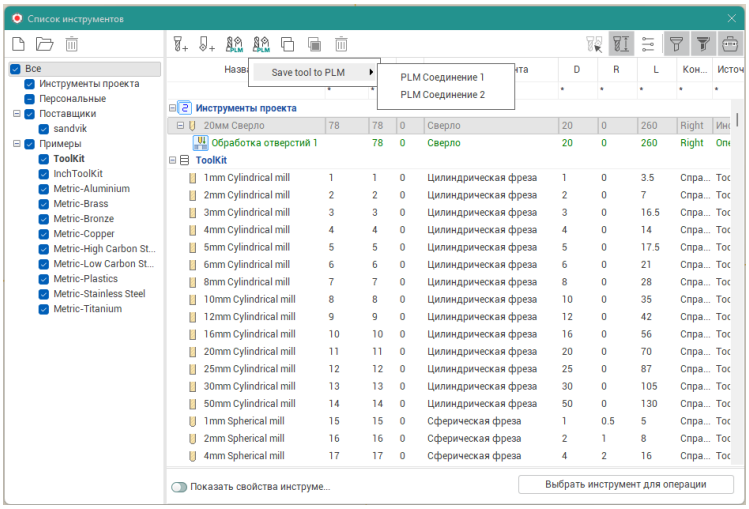
Откроется окно с древовидным списком доступных объектов. Выберите набор инструментов, который нужно загрузить, и нажмите **Открыть**.
Инструменты будут импортированы и отображены в окне **Список инструментов**.



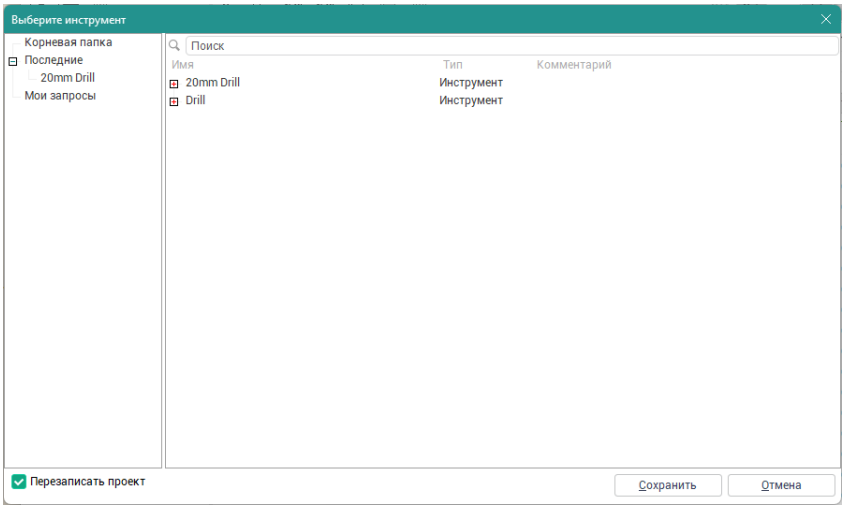
© 2025 ООО СПРУТ Технология

8.3.6.2 Сохранение инструментов во внешней системе

Выберите инструмент, нажмите **Сохранить инструмент в PLM**, выберите нужное подключение и укажите место назначения в структуре внешней системы.



Чтобы перезаписать существующие файлы, установите флажок **Перезаписать элемент**. Затем нажмите **Сохранить**, чтобы завершить операцию.



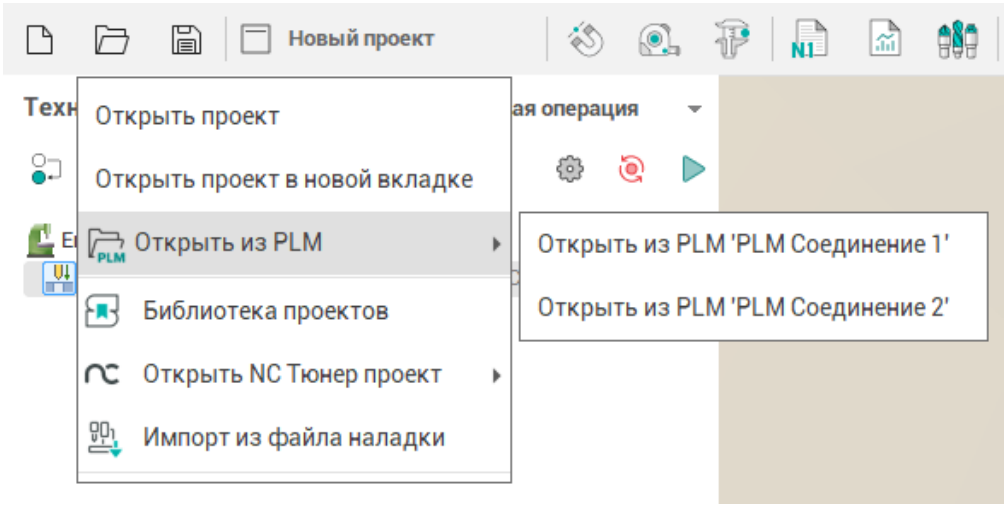
8.3.7 Открытие и сохранение проектов во внешней системе

Чтобы управлять проектами через внешнюю систему, используйте кнопки **Открыть проект** и **Сохранить проект** на панели инструментов **главного окна**.
При наведении курсора на эти кнопки появляется выпадающее меню с дополнительными параметрами, включая пункт, **связанный с PLM**. При выборе этого пункта открывается подменю со всеми доступными подключениями PLM.

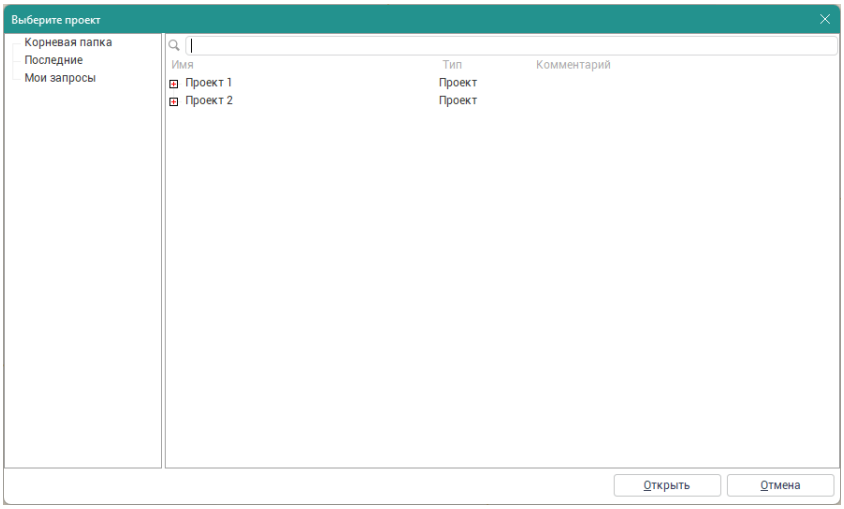
Примечание: пункт, **связанный с PLM**, отображается только в том случае, если настроено хотя бы одно подключение к PLM.

8.3.7.1 Открытие проекта из внешней системы

Наведите курсор на кнопку **Открыть проект**, выберите **Открыть из PLM → Открыть из PLM** *[имя подключения]*.

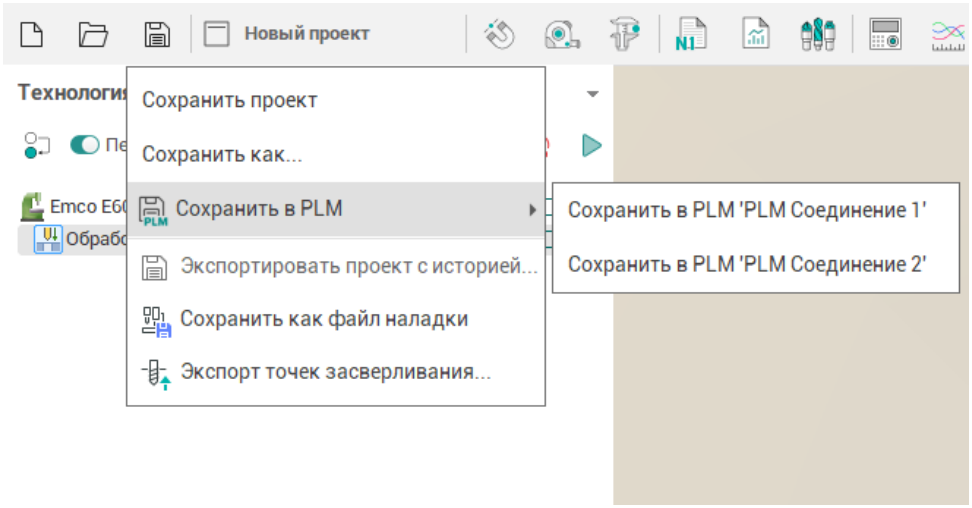


Откроется окно с деревом объектов внешней системы. Найдите и выберите нужный проект, затем нажмите **Открыть**. Проект будет загружен.



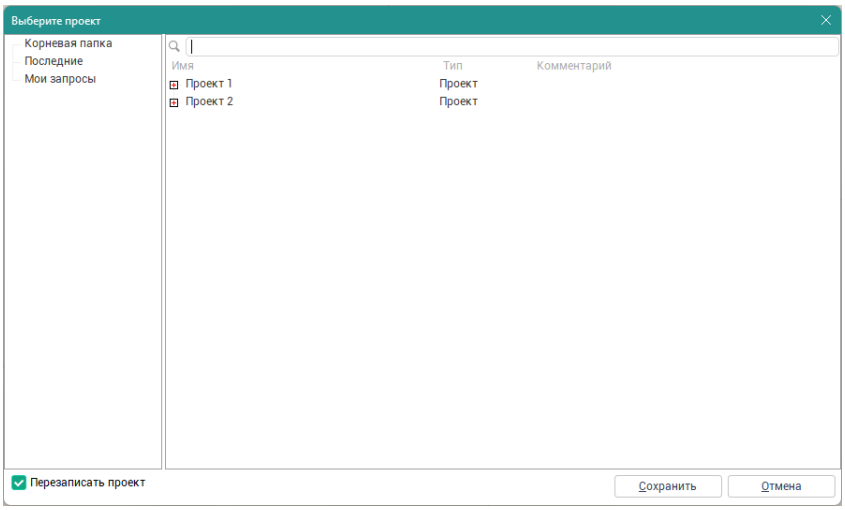
8.3.7.2 Сохранение проекта во внешней системе

Наведите курсор на кнопку **Сохранить проект**, выберите **Сохранить проект в PLM** → **Сохранить проект в PLM** *[имя подключения]*.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

Откроется окно с деревом объектов внешней системы. Выберите место для сохранения проекта, при необходимости установите флажок **Перезаписать элемент** и нажмите **Сохранить**.



9 Лицензируемые опции СПРУТКАМ

Лицензируемые опции СПРУТКАМ - это дополнительные возможности программы, которые могут быть включены для одной или нескольких конфигураций при наличии дополнительной лицензии.

9.1 «Адаптивная»

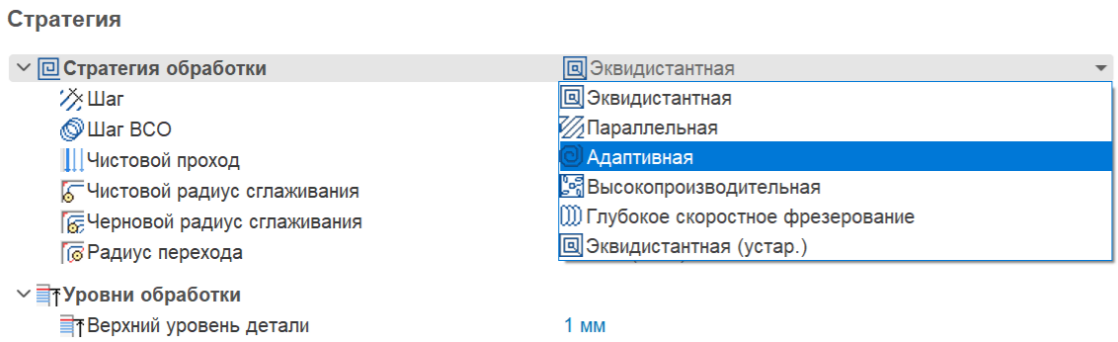
Модуль, включающий возможность высокоскоростной черновой фрезерной обработки.

> **Примечание:**
> Модуль лицензируется отдельно.

Стратегии выборки предназначены для эффективного удаления материала заготовки из открытых и закрытых карманов.

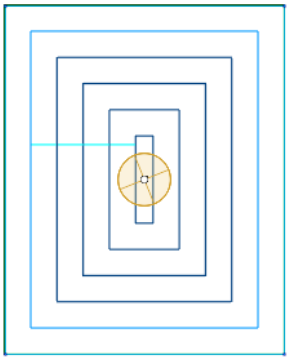
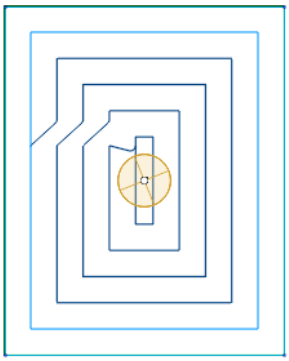
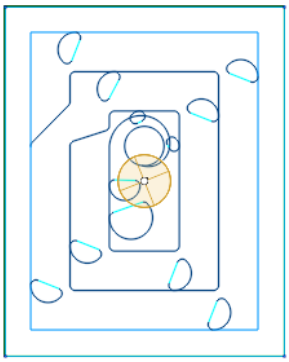
Эти стратегии доступны в следующих операциях:

- Черновая послойная(see page 876)
- Выборка(see page 852)
- Выборка 2.5D(see page 1677)
- Обработка горизонтальных участков(see page 1589)

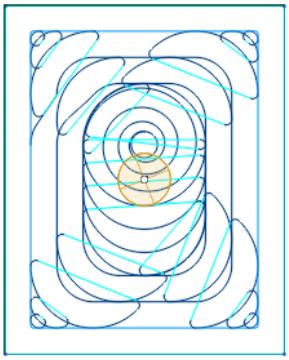
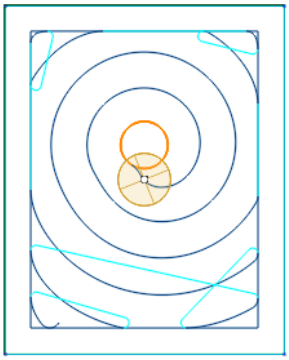
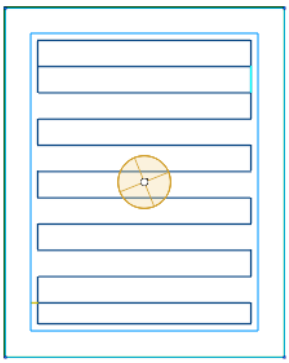


Имеется 6 стратегий выборки. Некоторые из них опциональные и требуют дополнительного лицензирования. Такое большое количество стратегий есть результат длительной разработки разными программистами. Каждая стратегия имеет свои собственные достоинства и недостатки, поэтому ни одна из них не может быть удалена из системы.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Стратегия		
Эквидистантная устаревшая 	**Достоинства** • Быстрый расчет • Понятная траектория	**Недостатки** • Возможно формирование недоработанных островков если шаг обработки превышает 50% • Неравномерная нагрузка на инструмент и толщина стружки • Много движений по оси Z на/от безопасной плоскости
Эквидистантная 	**Достоинства** • Есть возможность указать безопасное расстояние • Большинство переходов выполняются без подъема на безопасную плоскость • Возможны скругления на переходах	**Недостатки** • Возможно формирование недоработанных островков если шаг обработки превышает 50% • Неравномерная нагрузка на инструмент и толщина стружки
Высокопроизводительная 	**Достоинства** • Все достоинства эквидистантной стратегии • Добавляются специальные дуги для исключения необработанных островков	**Недостатки** • Неравномерная нагрузка на инструмент и толщина стружки • Специальные дуги могут быть слишком маленького радиуса, что приводит к снижению подачи.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Стратегия		
Глубокое скоростное фрезерование 	**Достоинства** • Все достоинства высокопроизводительной стратегии • Равномерная нагрузка на инструмент	**Недостатки** • Более длинная траектория по сравнению с высокопроизводительной стратегией при прочих равных параметрах. • Возможны холостые ходы • Нестабильный расчет. Иногда нагрузка на инструмент превышает заданную. Поэтому требуется внимательный анализ траектории.
Адаптивная 	**Достоинства** • Равномерная нагрузка на инструмент • Очень хорошая траектория на открытых карманах	**Недостатки** • На больших закрытых карманах траектория может быть менее оптимальна чем траектория **Глубокого скоростного фрезерования**
Параллельная 	**Достоинства** • Быстрый расчет • Простая и понятная траектория	**Недостатки** • Много движений по оси Z на сложных карманах

9.1.1 Особенности адаптивной стратегии выборки

Высокопроизводительная стратегия используется для удаления материала на высокой подаче с использованием максимально возможной для инструмента глубины фрезерования при небольшом шаге выборки (5%-30%). Такие параметры достигаются благодаря тому, что в стратегии гарантируется не превышение заданной ширины реза.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Материал удаляется "по спирали". В траектории отсутствуют острые углы. Гладкость траектории контролируется отдельными параметрами для радиусов скругления на черновых ходах, чистовом проходе и переходах. Холостые перемещения по возможности осуществляются в рабочей плоскости с небольшим дополнительным зазором, что способствует охлаждению инструмента. Врезания в заготовку производятся с использованием щадящей для инструмента техники вкатывания (англ. Roll-In Technique). Возможно выполнять как только попутную обработку, так и смешанную (попутно-встречную). При этом можно отдельно задать шаг выборки и подачу для встречного фрезерования.

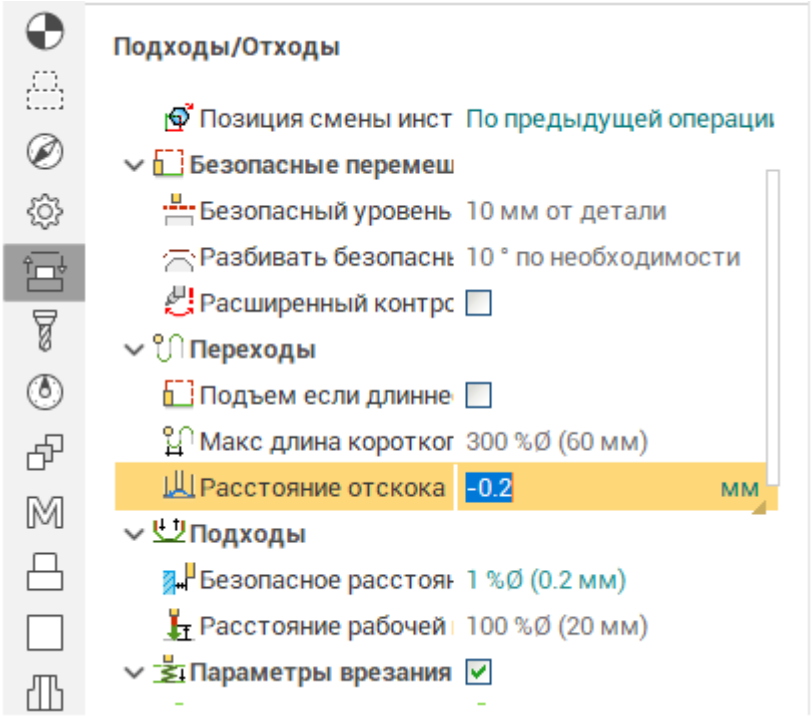
9.1.2 Как выбрать стратегию выборки

1. Наилучшая стратегия **Адаптивная**. Эта стратегия не установлена по умолчанию только потому, что требует дополнительного лицензирования. Мы настоятельно рекомендуем приобретать ее. Все остальные варианты имеет смысл проверять, если эта стратегия недоступна или дает неудовлетворительный результат.
2. Если использование адаптивной стратегии невозможно и требуется равномерная нагрузка на инструмент, то следует попробовать **Глубокое скоростное фрезерование**.
3. Если равномерная нагрузка на инструмент не требуется, а шаг обработки более 50% от диаметра инструмента, то следует попробовать **Высокопроизводительную** стратегию.
4. Если равномерная нагрузка на инструмент не требуется, а шаг обработки менее 50% от диаметра инструмента, то следует попробовать **Эквидистантную** стратегию.
5. Используйте **Параллельную** стратегию по вашему усмотрению.
6. **Эквидистантная (устаревшая)** используется если остальные способы дали неудовлетворительный результат.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

9.1.3 Особенности генерации траектории

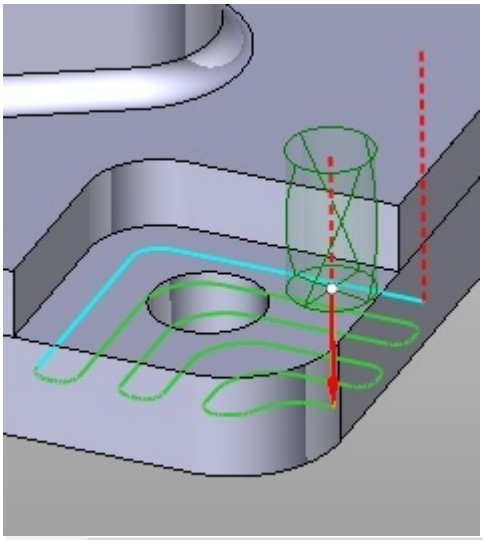
9.1.3.1 Параметр "расстояние отскока"

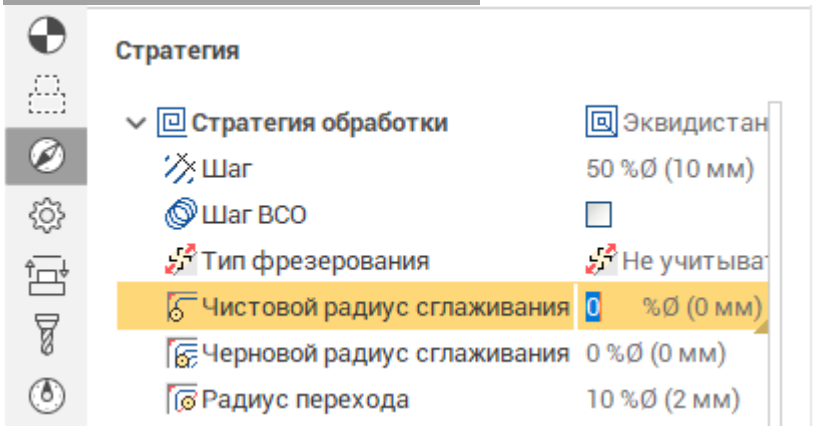


Инструмент немного приподнимается над уже обработанной плоскостью, когда движется к началу следующей дуги.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

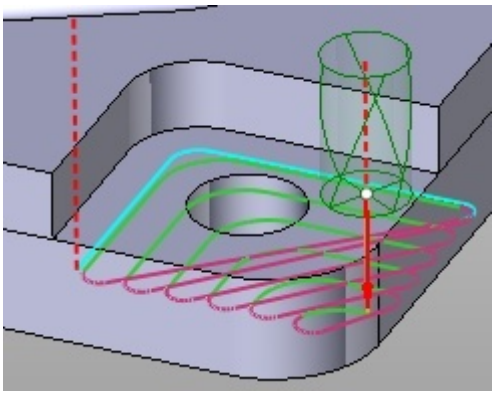
9.1.3.2 Скругления острых углов траектории в режиме зигзаг.





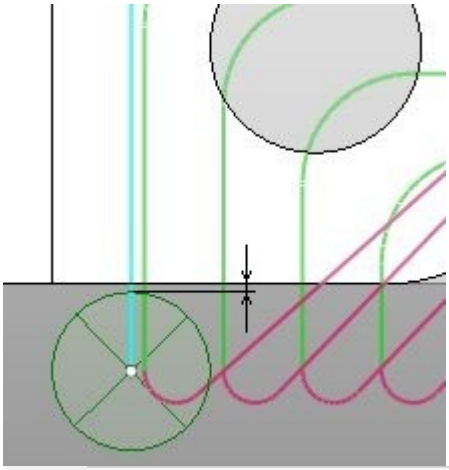
Величина ‘Черновой / Чистовой радиус сглаживания’ используется для скругления переходов.

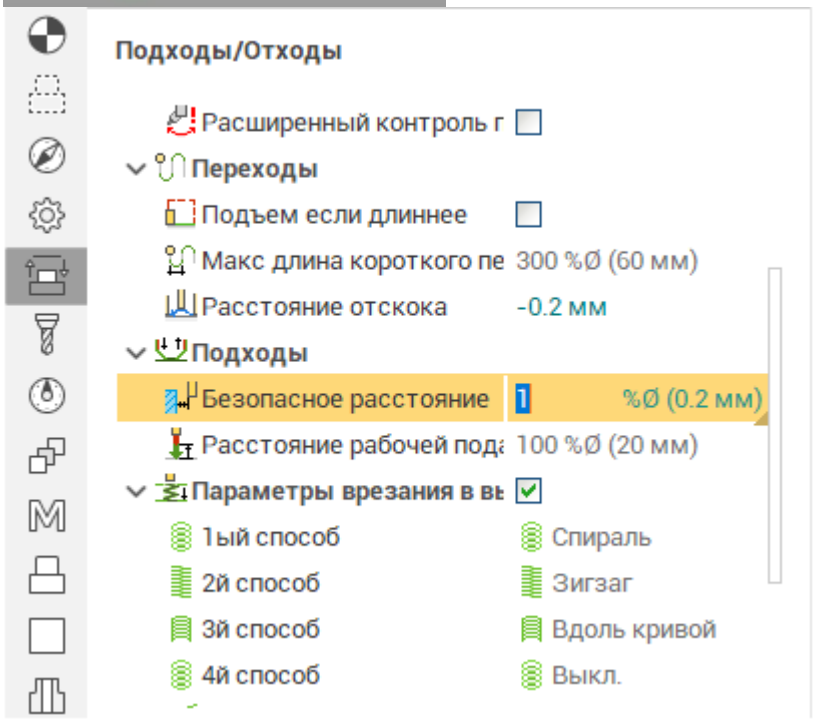
9.1.3.3 Переходы без подъема на безопасную плоскость.



В попутном и встречном режимах инструмент по кратчайшему пути перемещается к следующей строчке без подъема на безопасную плоскость. Если переход выполняется над обработанной поверхностью, то инструмент приподнимается на расстояние отскока. Также используется радиус холостых ходов для скругления острых углов.

9.1.3.4 Безопасное расстояние



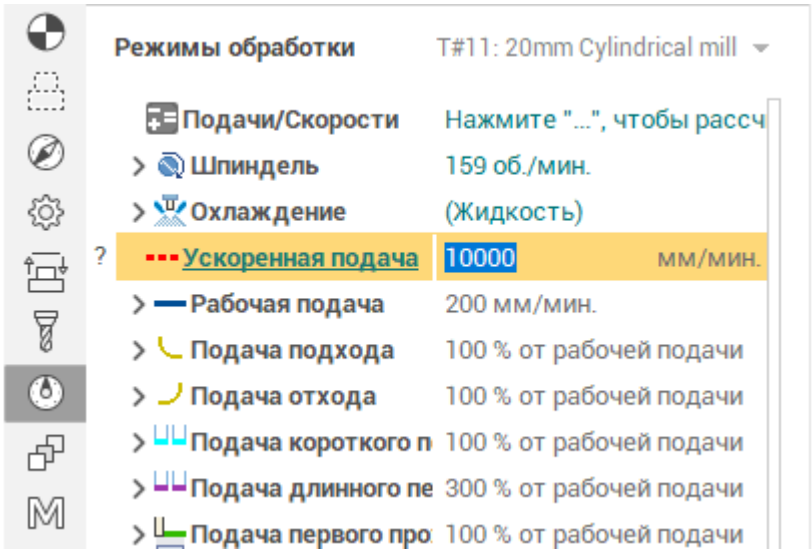


Безопасное расстояние применяется при подъемах и опускании инструмента. Вертикальное перемещение выполняется на этом расстоянии от заготовки. Таким образом нет необходимости задавать подходы и отходы, чтобы избежать столкновения с заготовкой на ускоренной подаче.

Если Вы используете для опускания фрезы предварительно просверленное отверстие, то его диаметр должен быть больше диаметра фрезы на удвоенную величину безопасного расстояния. В противном случае это отверстие не будет обнаружено.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

9.1.3.5 Переходы на ускоренной подаче



Для переходов может использоваться как подача перехода, так и подача возврата. Если длина холостого перемещения меньше чем параметр "Короткий переход", то оно выполняется на подаче перехода, иначе на подаче возврата. По умолчанию, подача возврата устанавливается как 300% от рабочей подачи, то есть она не предназначена для резания. Если в процессе моделирования будет обнаружено резание на подаче возврата, то такой ход будет помечен как ошибочный.

Сопутствующие ссылки:

Стратегии выборки(see page 1162)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.2 «Контроль робот»

Опция контроля и подключения роботов во фрезерные конфигурации.

Позволяет использовать фрезерные конфигурации для программирования роботов.

В опцию включены:

- Обход недостижимых позиций и сингулярностей при помощи окна оптимизатора(see page 1423).

> **Примечание:**
> Требуется дополнительная лицензия.

Сопутствующие ссылки:

Обход недостижимых позиций и сингулярностей при помощи окна оптимизатора(see page 1423)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.3 «Робот-фрезер» 2D-5D фрезерные операции

Включает возможность использовать фрезерные операции в конфигурации "Робот".

> **Note:**
> Модуль лицензируется отдельно для фрезерных конфигураций.

Сопутствующие ссылки:

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.4 Расширенное многоосевое управление

Данный модуль расширяет возможности обработки с использованием станков/роботов (6 или более осей).

Особенности опции:

- Интерактив управления станком(see page 125)
- Управление положением осей станка(see page 122)

Данный модуль доступен для конфигураций(see page 1713) CAM системы:

По умолчанию для станков:

- Резка
- Эл. эрозия
- Токарь
- Машинист
- Универсал
- 3х фрезер
- Эксперт
- 5х Фрезер*
- Мастер*
- Профи*

По умолчанию для роботов:

- Робот

* - необходима дополнительная лицензия ' Робот +(see page 1684) ' для поддержки роботов.

9.5 Операции

Некоторые операции CAM системы могут быть гибко включены в различные конфигурации программы путем добавления специальных опций в лицензию. Они объединены в модули, перечисленные ниже в данном разделе.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

9.5.1 «Распил» 5-ти координатная резка дисковой пилой

Операция "Пиление" обеспечивает расчет резания дисковой пилой, доступна как отдельная опция.

> **Примечание:**
> Операция лицензируется отдельно.

Сопутствующие ссылки:

Операция пиление(see page 1596)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.5.2 «5D Резка» Резка криволинейных поверхностей

Опция к конфигурации "Резка", позволяющая использовать операцию 5D контур для расчета резки криволинейных поверхностей.

Примечание: опция лицензируется отдельно.

Сопутствующие ссылки:

Операция 5D контур(see page 1009)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.5.3 Сварка

Операция доступна как опция к CAM системе.

Операция реализует функционал автоматического расчета геометрии сварочного шва без привязки к конкретному типу сварки и оборудования, т.е. не формирует специфических команд управления для лазера, электрической дуги, газовой горелки, ультразвуковой установки и т.п.

Настройка на оборудование может быть реализована в постпроцессоре.

Примечание: операция лицензируется отдельно.

Сопутствующие ссылки:

Сварка(see page 1468)

Операция Сварка 5D(see page 1476)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

9.5.4 Наплавка

Операция наплавки (наращивания материала).

Базовая операция, формирует траекторию, не учитывает технологические особенности используемого оборудования.

Настройка на оборудование может быть реализована в постпроцессоре.

Примечание: операция лицензируется отдельно.

Сопутствующие ссылки:

Аддитивная обработка(see page 1483)

Операция наплавка области(see page 1486)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.5.5 Резка ножом

Доступны 2 операции:

- 2D Резка(see page 1364)
- 6D Резка(see page 1365)

Примечание: операции лицензируются ро отдельности.

Сопутствующие ссылки:

Резка ножом(see page 1363)

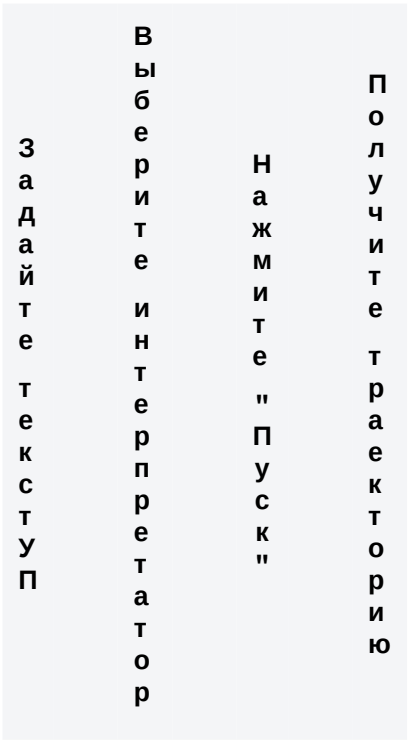
2D Резка(see page 1364)

6D Резка(see page 1365)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

9.5.6 Операция на основе текста УП, Токарная операция на основе текста УП



 < **Операция на основе текста УП** >
и  < **Токарная операция на основе текста УП** >
, расположены в группе операций <Вспомогательные>. Они могут применяться, в том числе для индексной и непрерывной обработки на 4-х и 5-ти координатных обрабатывающих центрах. Поддерживаются все доступные типы моделирования, в том числе аддитивная обработка для симуляции наращивания слоя материала.

Примечание:

-  < **Операция на основе текста УП** > не поддерживает *токарный инструмент.*
-  < **Токарная операция на основе текста УП** > поддерживает *только токарный инструмент.*
- **Обе операции** не поддерживают *электроэрозионную обработку.*

Данные операции позволяют выполнить:

- прямое управление симуляцией станка посредством G-кодов;
- проверку и оптимизацию управляющей программы;
- преобразование УП одной стойки в другую (для станков с идентичной кинематической схемой);
- отладку работы собственного интерпретатора в процессе его создания.

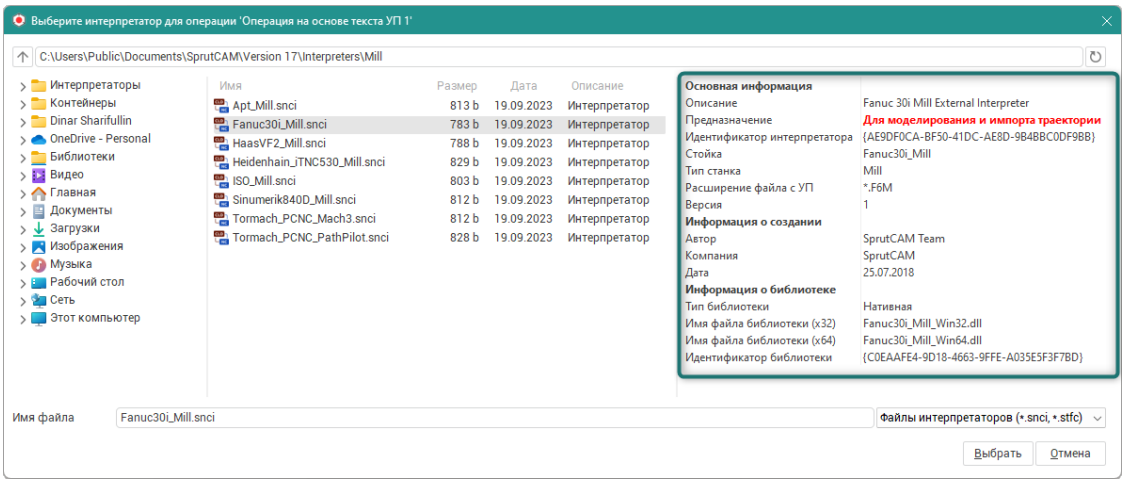
Формирование траектории инструмента осуществляется на основе следующих параметров операции:

- **Заданного текста УП** на панели параметров  < Рабочее задание(see page 499) >;
- **Выбранного интерпретатора** и **настроек** на панели параметров  < Стратегия (see page 1688)>;
- **Назначенного инструмента** на панели параметров  < Инструмент (see page 735)>.

 < **Текст управляющей программы** > может быть написан непосредственно во встроенном текстовом редакторе или загружен из внешнего файла и отредактирован, в случае необходимости. Встроенный текстовый редактор поддерживает подсветку синтаксиса основных ключевых конструкций языка программирования стоек ЧПУ, а также широкий перечень сочетаний клавиш для работы с текстом(see page 1699).

> Более подробная информация о возможностях работы с текстом УП описана в разделе < Рабочее задание для Операции на основе текста УП, Токарной операции на основе текста УП(see page 1693) >


< **Файл настройки интерпретатора УП (*.snci)** (see page 156)> определяет формат распознавания команд стойки в кадрах управляющей программы. В соответствующем параметре задается полный путь к выбранному интерпретатору. Значение параметра можно корректировать как вручную, так и с помощью диалога выбора файла, который запускается нажатием кнопки 
. В процессе выбора доступна панель предварительного просмотра информации об интерпретаторе (описание, предназначение, тип стойки, авторы и прочее):



Поддерживается возможность выбора интерпретатора из контейнера(see page 1616).


< **Использовать расширенные преобразования траектории** > - данный параметр преобразует траекторию управляющей программы из машинной в геометрическую. Что, в свою очередь, даёт возможность выполнить корректировку траектории с помощью карты осей робота. Если настройка отключена, то формируется конечная траектория (максимально точно повторяющая заданную в УП), без возможности её изменения.


< **Шаг растеризации машинных перемещений** > - доступен только при использовании **расширенного преобразования траектории** (см. выше). В таком режиме на первом этапе траектория движения инструмента преобразуется в геометрическую кривую. На следующем этапе машинные перемещения растеризуются с заданным в текущем параметре шагом, для обеспечения максимального сходства с исходной траекторией. Чем меньше значение шага растеризации, тем выше точность построения и соответственно сходство с исходной траекторией.

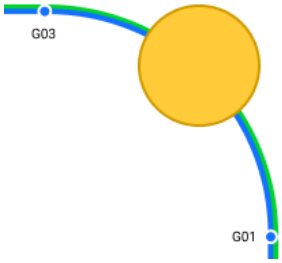
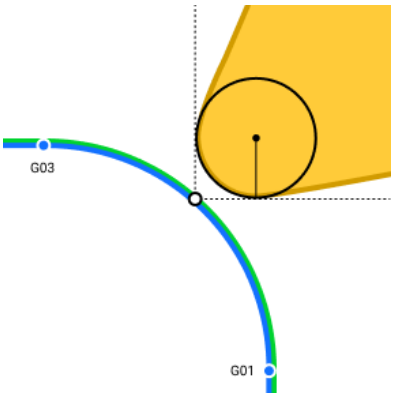
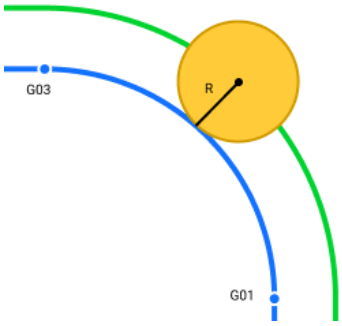
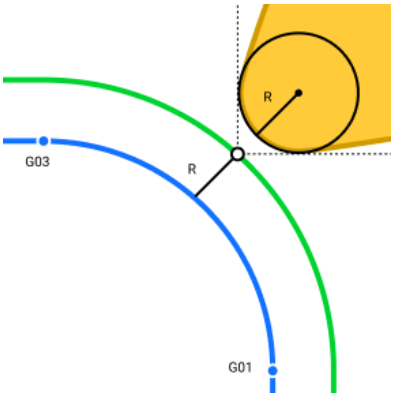
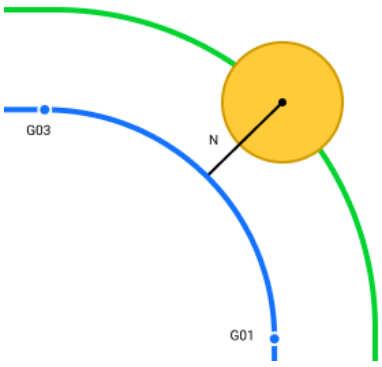
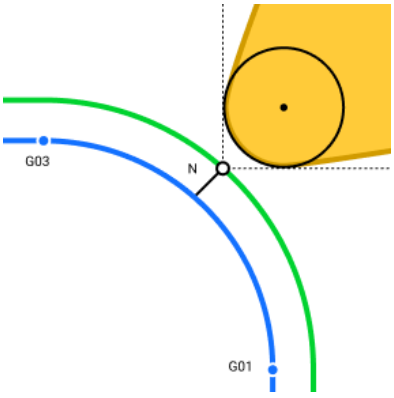
© 2025 ООО СПРУТ Технология

< **Добавить нераспознанную команду в траекторию** > - этот параметр добавляет все нераспознанные интерпретатором команды управляющей программы в траекторию движения инструмента. Нераспознанные команды добавляются в описание траектории движения инструмента в качестве параметра технологической команды < **INSERT** > перед распознанными командами.

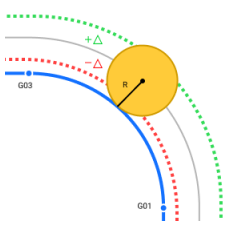
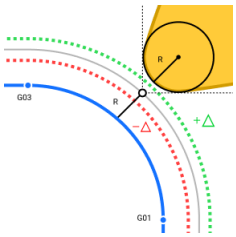
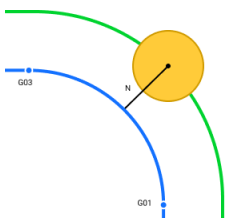
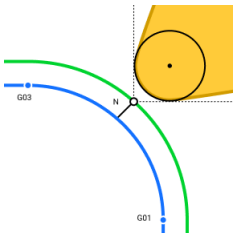
Пример работы параметра "Добавить нераспознанные команды в траекторию"

Управляющая программа	Параметр отключен	Параметр включен
M107 G0 F3600 X13.885 Y55.321 Z0.15 G1 F3000 X14.618 Y55.174 E0.09324 G1 X15.622 Y55.102 E0.21879 G1 X17.918 Y55.102 E0.50516 G1 X18.665 Y55.142 E0.59846 G1 X19.403 Y55.261 E0.6917 G1 X19.926 Y55.396 E0.75907 G1 X20.67 Y55.619 E0.85594 Команды **M107, E** - не распознаются интерпретатором	**F: WORK 200мм/мин.** X13.885, Y55.321, Z0.15 **F: WORK 2100мм/мин.** **RAPID: 10000** **F: WORK 3000мм/мин.** X14.618, Y55.174, Z0.15 X15.622, Y55.102, Z0.15 X17.918, Y55.102, Z0.15 X18.665, Y55.142, Z0.15 X19.403, Y55.261, Z0.15 X19.926, Y55.396, Z0.15 X20.67, Y55.619, Z0.15	INSERT: "M107" INSERT: "E0.09324" **F: WORK 200мм/мин.** X13.885, Y55.321, Z0.15 **F: WORK 2100мм/мин.** **RAPID: 10000** **F: WORK 3000мм/мин.** X14.618, Y55.174, Z0.15 INSERT: "E0.21879" X15.622, Y55.102, Z0.15 INSERT: "E0.50516" X17.918, Y55.102, Z0.15 INSERT: "E0.59846" X18.665, Y55.142, Z0.15 INSERT: "E0.6917" X19.403, Y55.261, Z0.15 INSERT: "E0.75907" X19.926, Y55.396, Z0.15 INSERT: "E0.85594" X20.67, Y55.619, Z0.15

< **Режим коррекции на радиус** > - позволяет отключить или установить произвольное значение коррекции радиуса инструмента.

Значение параметра	Фрезерная обработка	Токарная обработка
Выкл.	 *Коррекция на радиус* **отключена**. Команды *G40, G41, G42* **игнорируются**	 *Коррекция радиуса резца* **отключена**. Команды *G40, G41, G42* **игнорируются**
Радиус инструмента	 *Коррекция на радиус* **равна** *радиусу инструмента*	 *Коррекция радиуса резца* **равна** *радиусу при вершине инструмента*
Произвольное значение	 *Коррекция на радиус* определяется заданным **произвольным значением**.	 *Коррекция радиуса резца* определяется заданным **произвольным значением**.

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Параметр	Фрезерная обработка	Токарная обработка	Примечание
< **Отклонение от радиуса инструмента** >	 *Дополнительное смещение инструмента.* **Общее смещение** рассчитывается как сумма *радиуса инструмента* и значения *дополнительного смещения*.	 *Дополнительное смещение инструмента.* **Общее смещение** рассчитывается как сумма *радиуса при вершине инструмента* и значения *дополнительного смещения*.	Настройка доступна только при использовании значения <Радиус инструмента>, заданного в качестве **режима коррекции на радиус** (см. выше)
< **Значение коррекции**>	 **Произвольное значение** коррекции на радиус. *По умолчанию* значение **равно** *радиусу инструмента* — 50% Ø	 **Произвольное значение** коррекции радиуса резца. *По умолчанию* значение **равно** *радиусу при вершине инструмента* — 50% Ø	Настройка доступна только при использовании значения <Произвольное значение>, заданного в качестве **режима коррекции на радиус** (см. выше)

< **Инструмент** (see page 735)>, которым будет выполнена обработка, определяется на соответствующей вкладке окна параметров операции. При создании операций на основе текста УП им назначается инструмент, заданный по умолчанию для соответствующей обработки (фрезерной или токарной).

Примечание: *На текущий момент номер инструмента, указанный в тексте УП, не учитывается при выборе из списка инструментов проекта или библиотеки. В связи с обозначенной выше особенностью, в качестве рабочего задания для каждой такой операции может быть присвоен только тот текст УП, в котором обработка ведется одним инструментом.*

Операция на основе текста УП"
Смотреть видео

Sorry, the widget is not supported in this export.
But you can reach it using the following URL:
https://www.youtube.com/watch?v=nNI9TSYnnS4

Сопутствующие ссылки:

Рабочее задание для Операции на основе текста УП, Токарной операции на основе текста УП(see page 1693)

Сочетания клавиш для работы с текстом УП(see page 1699)

Создание собственного интерпретатора[26]

9.5.6.1 Рабочее задание для Операции на основе текста УП, Токарной операции на основе текста УП

В отличие от прочих операций, в качестве <Рабочего задания (see page 499) > для этих операций выступает текст УП. <**Текст управляющей программы**> может быть задан несколькими способами:

1. **Написан вручную** непосредственно во встроенном текстовом редакторе:

Пример УП в формате G- и M- кодов (ИСО 7 бит)
Смотреть пример

```
G0 X50 Y50 Z100
Z0
G1 Y0 F1000
X100
Y100
X0
Y0
X50
Y50
G0 Z100
```

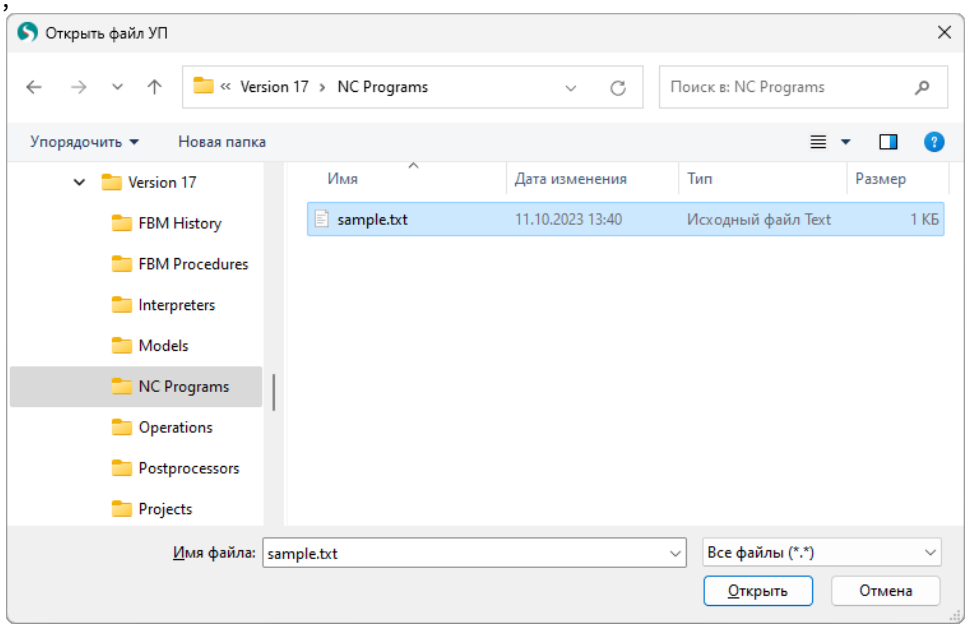
2. **Загружен из внешнего файла** и отредактирован в случае необходимости. Открытие файла выполняется:

26 https://kb.sprutcam.com/docs/Interpreters/17/ru/10292.html

© 2025 ООО СПРУТ Технология

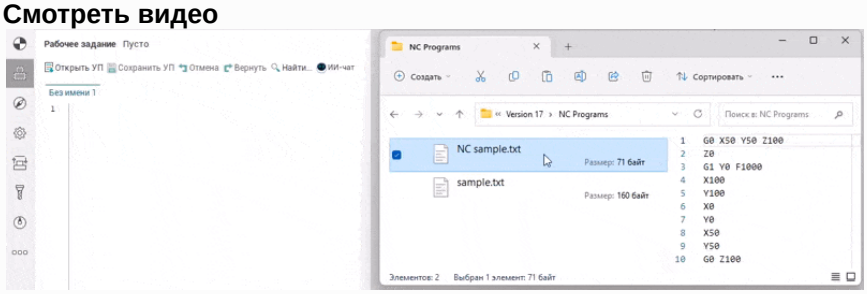
a. Либо с помощью диалогового окна, отображаемого после нажатия на кнопку 

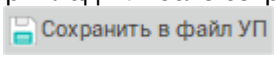
;



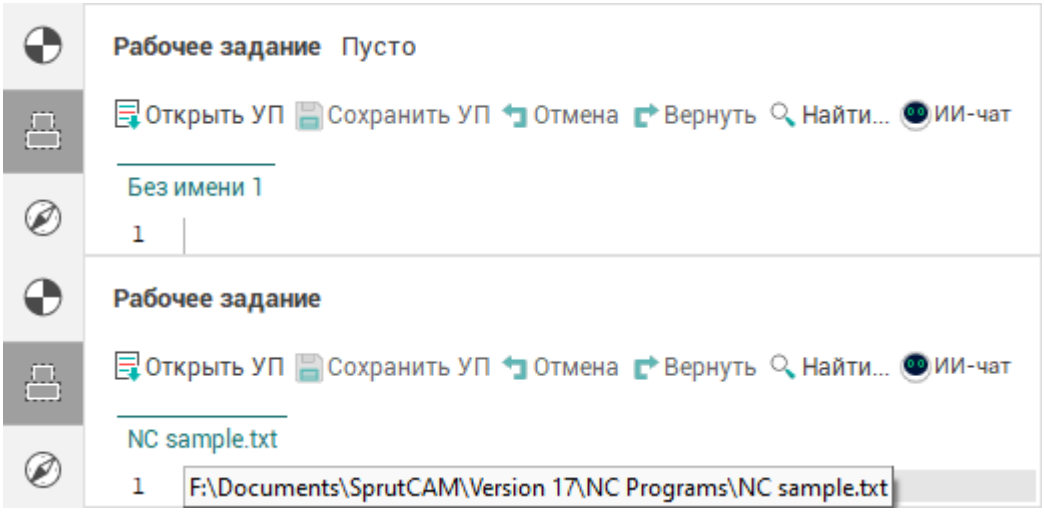
b. Либо в интерактивном режиме, с помощью простого перетаскивания мышью. Для этого необходимо перетащить требуемый файл из директории проводника Windows в окно встроенного текстового редактора с зажатой левой кнопкой мыши, а затем отпустить её.

Видео демонстрации открытия файла в интерактивном режиме
Смотреть видео



По умолчанию заголовок панели параметров операции имеет наименование < **Рабочее задание** Пусто >, а имя вкладки текстового редактора - < Без имени # > для новых проектов или же < Имя_Проекта # > для ранее сохраненных проектов. Символ < # > обозначает порядковый номер вкладки. После сохранения текста управляющей программы в файл с помощью кнопки 

или открытия внешнего файла УП во встроенном текстовом редакторе, имя вкладки получит наименование этого файла, а во всплывающей подсказке отобразится полный путь к нему. Например, для файла <NC sample.txt>, расположенного в каталоге <NC Programs> директории с общими документами CAM системы, заголовок панели параметров операции и имя вкладки встроенного текстового редактора сменят свое наименование на < **Рабочее задание** > и < NC sample.txt > соответственно.

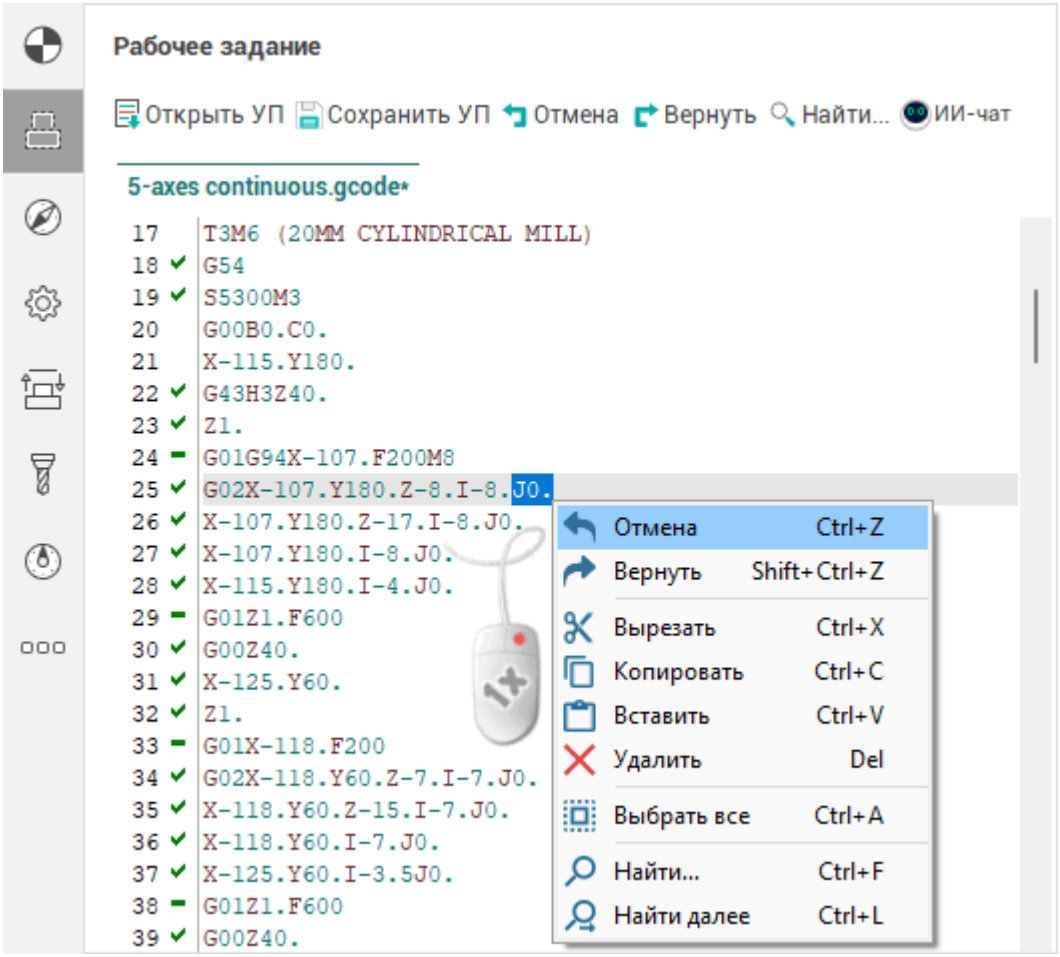


Примечание: *Изменения, которые вносятся за пределами встроенного текстового редактора, в открытый либо сохраненный файл, используемый в качестве <Рабочего задания> операций на основе текста УП, на данный момент не отслеживаются. Для обновления рабочего задания в таком случае необходимо повторно открыть измененный файл, одним из способов, описанных выше.*

Встроенный текстовый редактор поддерживает подсветку синтаксиса основных ключевых конструкций языка программирования стоек ЧПУ, а также широкий перечень сочетаний клавиш для работы с текстом(see page 1699), для помощи при работе с текстом управляющей программы.

Основные действия для работы с текстом доступны также из контекстного меню, которое можно вызвать путем нажатия правой кнопкой мыши в области текстового редактора на панели параметров < **Рабочее задание** >.

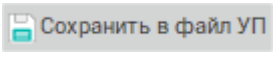
© 2025 ООО СПРУТ Технология



Отображение наименования вкладки полужирным шрифтом, а также символа < * > в конце её имени в процессе редактирования, указывают на наличие изменений между последним состоянием текста в момент открытия либо сохранения файла УП и его текущим представлением на экране.

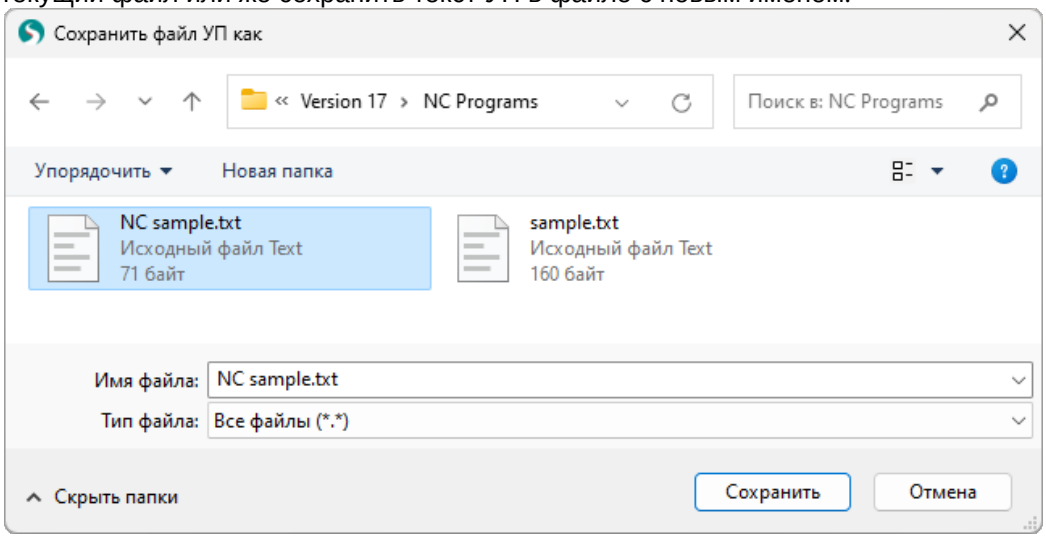
Имя вкладки	
При отсутствии изменений	В случае наличия изменений
Drill cycles	**Drill cycles***

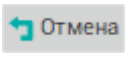
Символ < * > пропадёт, а текст наименования вкладки примет обычный вид в том случае, если:

- Внесенные изменения будут сохранены, путем нажатия на кнопку 

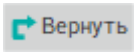
. Если текст управляющей программы был написан вручную и не был сохранен ранее, будет предложено выбрать директорию и имя файла, под которым его следует сохранить. Иначе на выбор предоставляется возможность перезаписать

текущий файл или же сохранить текст УП в файле с новым именем.



- Будут отменены все внесенные изменения, выполненные с момента последнего сохранения состояния, путем нажатия на кнопку 

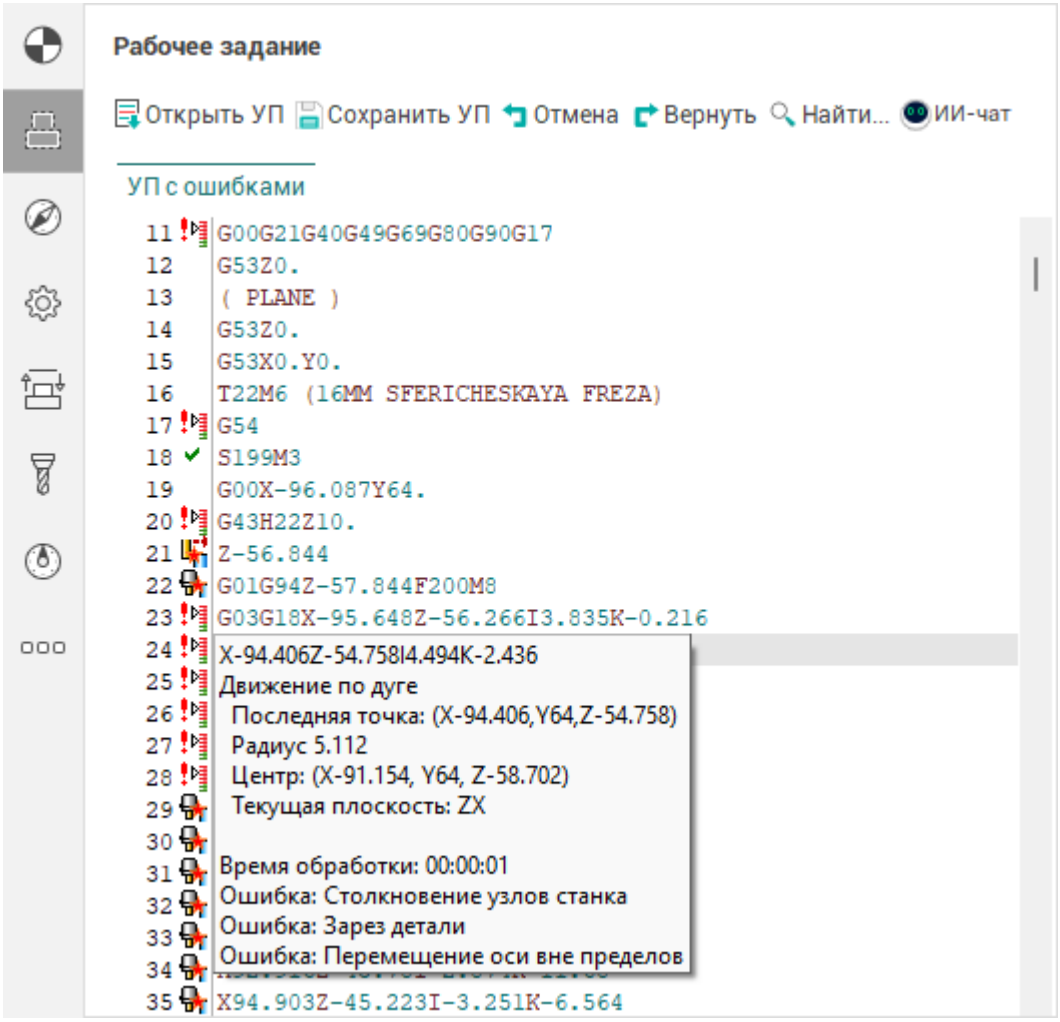
или при помощи горячей клавиши <**Ctrl + Z**>.

Примечание: *Если внесенные изменения были случайно отменены, то их можно вернуть, путём нажатия на кнопку* 

*или при помощи горячей клавиши <**Shift + Ctrl + Z**>.*

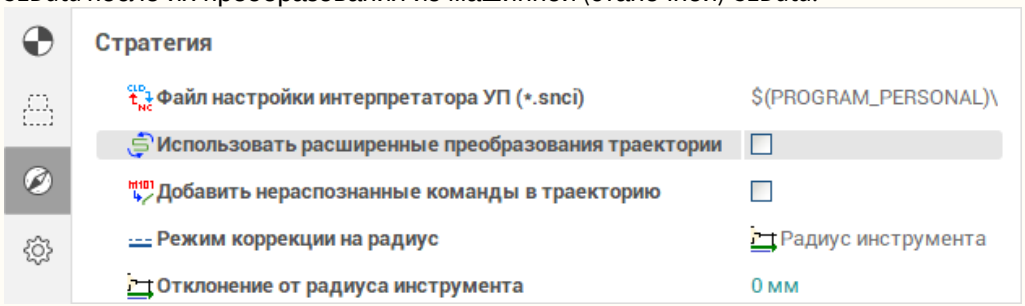
После небольшой задержки указателя мыши над строкой с текстом управляющей программы во всплывающей подсказке появляется описание связанных с ней узлов дерева траектории (технологических команд CLData).

© 2025 ООО СПРУТ Технология



***Примечание**: Подсказку можно скрыть, для этого достаточно немного сдвинуть указатель мыши или нажать любую клавишу, например [**Esc**] или одну из клавиш навигации по тексту управляющей программы: [↓] или [↑].*

Ограничения отображения всплывающей подсказки
Всплывающие подсказки будут выводиться только в том случае, если режим < Использовать расширенные преобразования траектории(see page 1688) > отключен. Так как при включенном режиме невозможно однозначно определить соответствие строк с текстом управляющей программы и узлов геометрической CLData после их преобразования из машинной (станочной) CLData.



Слева от текста управляющей программы во встроенном текстовом редакторе имеется служебное поле, для отображения вспомогательной информации. В случае, если операция еще не была рассчитана, там отображается нумерация строк имеющегося в

поле ввода текста, иначе, помимо номера, для каждой строки отображается статус всех связанных с ней узлов дерева траектории(see page 1611). Значения отображаемых иконок аналогичны тем, которые используются для технологических команд CLData. Таким образом, можно однозначно идентифицировать кадр управляющей программы, в котором существуют ошибочные узлы дерева траектории.

Отображение соответствия между строкой с текстом УП, технологической командой CLData и участком траектории
Если в режиме работы <Технология> щелкнуть кнопкой мыши на какую-либо строку управляющей программы во встроенном текстовом редакторе для рассчитанных операций на основе текста УП, а затем перейти в режим работы <Моделирование>, то будет выделен первый подходящий узел технологической команды CLData и подсвечен соответствующей ему участок траектории в графическом окне, в случае если таковой имеется, конечно. Справедливо и обратное: при нажатии левой кнопкой мыши на участок траектории или технологический узел команды CLData в режиме <Моделирование> будет выделена первая подходящая связанная с ним строка при переходе на панель параметров <Рабочее задание> операции в режиме работы <Технология> (в случае наличия связи для данного узла команды CLData).

Сопутствующие ссылки:

Операция на основе текста УП, Токарная операция на основе текста УП(see page 1688)

Сочетания клавиш для работы с текстом УП(see page 1699)

Анализ ошибок в процессе моделирования (see page 1611)

Сочетания клавиш для работы с текстом УП

Поддерживается следующий набор сочетаний клавиш для работы с текстом:

Нажатие клавиш	Выполняемое действие
←	Перемещение курсора на одну позицию влево
→	Перемещение курсора на одну позицию вправо
↑	Перемещение курсора на одну строку вверх
↓	Перемещение курсора на одну строку вниз
Ctrl + ←	Перемещение курсора на одно слово влево
Ctrl + →	Перемещение курсора на одно слово вправо
Home	Перемещение курсора в начало строки

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Нажатие клавиш	Выполняемое действие
End	Перемещение курсора в конец строки
Page Up	Перемещение курсора на одну страницу вверх
Page Down	Перемещение курсора на одну страницу вниз
Ctrl + Page Up	Перемещение курсора к верхнему краю страницы
Ctrl + Page Down	Перемещение курсора к нижнему краю страницы
Ctrl + Home	Перемещение курсора в начало текста
Ctrl + End	Перемещение курсора в конец текста
Shift + ←	Перемещение курсора на одну позицию влево с выделением текста
Shift + →	Перемещение курсора на одну позицию вправо с выделением текста
Shift + ↑	Перемещение курсора на одну строку вверх с выделением текста
Shift + ↓	Перемещение курсора на одну строку вниз с выделением текста
Shift + Ctrl + ←	Перемещение курсора на одно слово влево с выделением текста
Shift + Ctrl + →	Перемещение курсора на одно слово вправо с выделением текста
Shift + Home	Перемещение курсора в начало строки с выделением текста
Shift + End	Перемещение курсора в конец строки с выделением текста
Shift + Page Up	Перемещение курсора на одну страницу вверх с выделением текста
Shift + Page Down	Перемещение курсора на одну страницу вниз с выделением текста
Shift + Ctrl + Page Up	Перемещение курсора к верхней границе страницы с выделением текста
Shift + Ctrl + Page Down	Перемещение курсора к нижней границе страницы с выделением текста
Shift + Ctrl + Home	Перемещение курсора в начало текста с выделением текста
Shift + Ctrl + End	Перемещение курсора в конец текста с выделением текста

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Нажатие клавиш	Выполняемое действие
Ctrl + A	Выделение текста с перемещением курсора в конец текста
Ctrl + C **Ctrl + Insert**	Копирование выделенного текста в буфер обмена
Ctrl + ↑	Прокрутка на одну линию вверх без изменения позиции курсора
Ctrl + ↓	Прокрутка на одну линию вниз без изменения позиции курсора
Insert	Переключение режима вставки/замены
Shift + Ctrl + N	Обычный режим выделения текста
Shift + Ctrl + C	Выделение текста вертикальным блоком
Shift + Ctrl + L	Выделение текста по строкам
Shift + Ctrl + B	Переход к парной скобке
Backspace **Shift + Backspace**	Удаление последнего символа
Delete	Удаление символа под курсором
Ctrl + T	Удаление символов от курсора до конца слова
Ctrl + Backspace	Удаление символов от начала слова до курсора
Shift + Ctrl + Y	Удаление символов от курсора до конца строки
Ctrl + Y	Удаление текущей строки
Enter **Shift + Enter** **Ctrl + M**	Разрыв строки в текущей позиции с перемещением курсора на новую строку
Ctrl + N	Разрыв строки в текущей позиции без перемещения курсора
Ctrl + Z **Alt + Backspace**	Выполнение функции "Отменить", если возможно
Shift + Ctrl + Z **Shift + Alt + Backspace**	Выполнение функции "Повторить", если возможно
Ctrl + X **Shift + Delete**	Удаление выбранного текста с помещением его в буфер обмена

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Нажатие клавиш	Выполняемое действие
Ctrl + V **Shift + Insert**	Вставка текста из буфера обмена в текущую позицию
Shift + Ctrl + I	Выравнивание текста
Shift + Ctrl + U	Отмена выполненного выравнивания текста
Tab	Добавление отступа
Shift + Tab	Удаление отступа

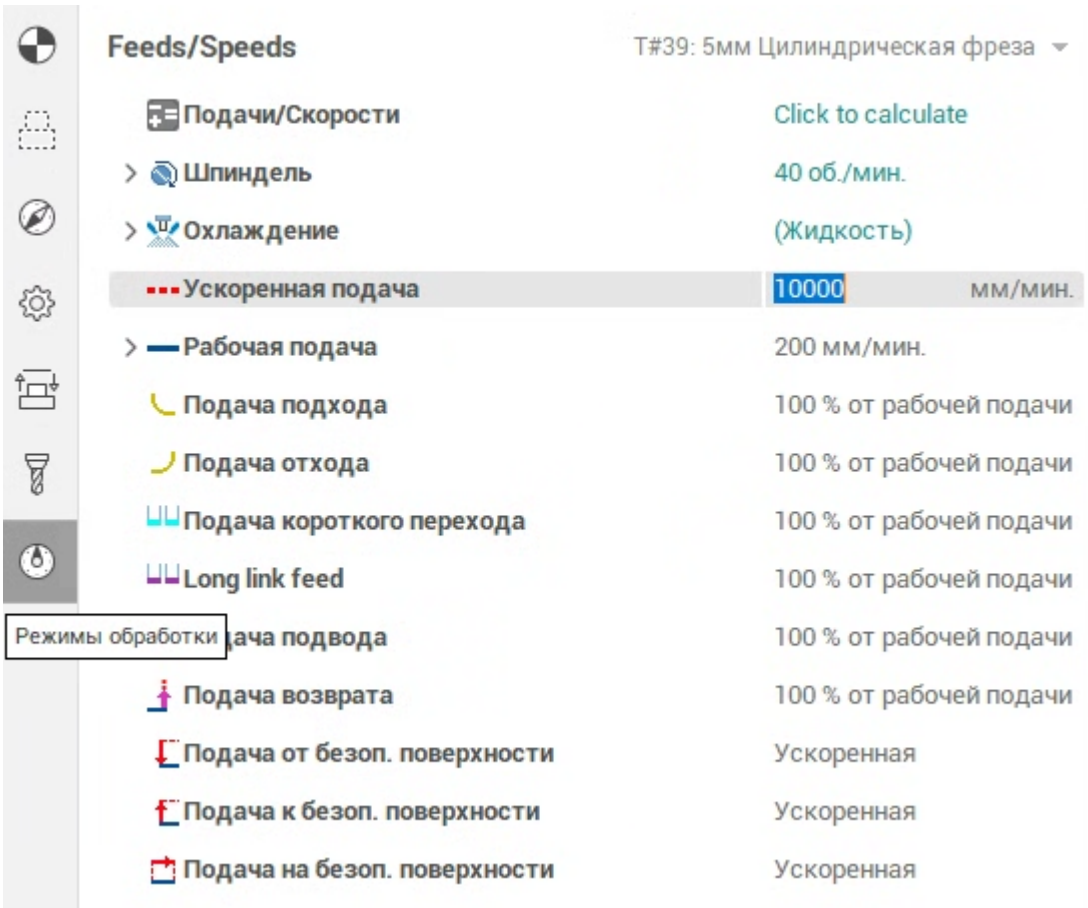
Сопутствующие ссылки:

Операция на основе текста УП, Токарная операция на основе текста УП(see page 1688)

Рабочее задание для Операции на основе текста УП, Токарной операции на основе текста УП(see page 1693)

9.5.6.2 Ускоренная подача

При расчете операций по тексту УП в роботах необходимо задать скорость ускоренной подачи, значение задается в окне Режим обработки -> Ускоренная подача (по умолчанию задано 10000 мм/минуту).



Прим.: обычно в управляющей программы роботов нет определенной команды ускоренной подачи, как это реализовано в токарных или фрезерных станках через команду G00, все команды перемещения задаются со значением скорости. Для корректного расчета и отрисовки траектории движения робота, укажите значение ускоренной подачи.

9.6 Операции требующие адаптации от разработчика под оборудование

Операции входящие в категорию "требующие адаптации от разработчика" операции требуют индивидуальную настройку под конкретное оборудование Заказчика.

Доступны только по запросу ,

Доработка осуществляется на основании предоставленной Заказчиком технических характеристик оборудования и технологических параметров процесса обработки.

9.6.1 Термообработка

Доступны следующие операции

- «Лазерная»
- «Газо-плазменная»
- Другая

Примечание: операции лицензируются по отдельности

Сопутствующие ссылки:

Операции требующие адаптации от разработчика под оборудование(see page 1703)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.6.2 Сварка

Доступны следующие операции

- «Лазерная»
- «Электродуговая»
- Другая

Примечание: операции лицензируются по отдельности.

Сопутствующие ссылки:

Операции требующие адаптации от разработчика под оборудование(see page 1703)

Сварка(see page 1468)

Операция Сварка 5D(see page 1476)

Опция сварка(see page 1686)

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.6.3 Наплавка

Доступны следующие операции

- «Лазерная»
- «Электродуговая»
- Другая

Примечание: операции лицензируются по отдельности

Сопутствующие ссылки:

Операции требующие адаптации от разработчика под оборудование(see page 1703)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.6.4 Струйная резка

Доступны следующие операции

- «Лазерная»
- «Гидро»
- «Газо-плазменная»

Примечание: операции лицензируются по отдельности

Сопутствующие ссылки:

Операции требующие адаптации от разработчика под оборудование(see page 1703)

Конфигурации по видам обработки(see page 1713)

9.7 Модуль интеграции с Teamcenter

Описание модуля интеграции с Teamcenter расположено по этой ссылке Модуль интеграции с PLM-системой Teamcenter[27].

27 https://kb.sprutcam.com/docs/TeamCenterPLM/17/ru/

10 Приложения

Смотри вложенные страницы

10.1 Матрица технологических операций для конфигураций CAM системы

Конфигурация **Операция**	**Эл. эрозия**	**Токарь**	**Резка**	**Резка 5D**	**2.5 Фрезер**	**3х Фрезер**	**3х Фрезер расширенный**	**Ротационная**	**5Х Фрезер**	**5Х Фрезер расширенный**
Структура										
Установ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Деталь	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Копия детали	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Группа размножения	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Многоканальность					○	○	○	○	○	○
Токарная										
Обработка торца		✓			○	○	○	○	○	○
Наружн. черновое точение		✓			○	○	○	○	○	○
Внутр. черновое точение		✓			○	○	○	○	○	○
Наружн. чистовое точение		✓			○	○	○	○	○	○

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Конфигурация **Операция**	**Эл. эрозия**	**Токарь**	**Резка**	**Резка 5D**	**2.5 Фрезер**	**3х Фрезер**	**3х Фрезер расширенный**	**Ротационная**	**5Х Фрезер**	**5Х Фрезер расширенный**
Внутр. чистовое точение		✓			○	○	○	○	○	○
Наружная обработка канавок		✓			○	○	○	○	○	○
Внутр. обработка канавок		✓			○	○	○	○	○	○
Торцевая обработка канавок		✓			○	○	○	○	○	○
Наружн. адаптивное точение		✓			○	○	○	○	○	○
Наружн. нарезание резьбы		✓			○	○	○	○	○	○
Внутр. нарезание резьбы		✓			○	○	○	○	○	○
Токарная отрезка		✓			○	○	○	○	○	○
Токарная отрезка с перехватом		✓			○	○	○	○	○	○
Токарная обработка отверстий		✓			○	○	○	○	○	○
Сверление										
Обработка отверстий			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Конфигурация Операция	Эл. эрозия	Токарь	Резка	Резка 5D	2.5 Фрезер	3х Фрезер	3х Фрезер расширенный	Ротационная	5Х Фрезер	5Х Фрезер расширенный
FBM фрезерование			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2D										
2D контур			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Гравировка					✓	✓	✓	✓	✓	✓
Выборка					✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.5D										
2.5D контур			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3D базовая										
Обработка торцев					✓	✓	✓	✓	✓	✓
Черновая послойная					✓*	✓	✓	✓	✓	✓
Чистовая послойная						✓	✓	✓	✓	✓
Черновая построчная						✓	✓	✓	✓	✓
Чистовая построчная						✓	✓	✓	✓	✓
Обработка горизонтальных участков					✓	✓	✓	✓	✓	✓
Чистовая построчная оптимизированная							✓	✓	✓	✓
Чистовая комплексная							✓	✓	✓	✓

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Конфигурация **Операция**	**Эл. эрозия**	**Токарь**	**Резка**	**Резка 5D**	**2.5 Фрезер**	**3х Фрезер**	**3х Фрезер расширенный**	**Ротационная**	**5Х Фрезер**	**5Х Фрезер расширенный**
3D контур				✓		✓	✓	✓	✓	✓
3D/5D продвинутая										
3D смещение							✓	✓	✓	✓
3D спираль							✓	✓	✓	✓
Морфинг между 2-мя кривыми							✓	✓	✓	✓
5D по поверхностям							✓**	✓	✓	✓
Поднутрение послойное							✓	✓	✓	✓
5D стенки										✓
5D черновая послойная										✓
5D по сеткам									✓	✓
6D контур				✓					✓	✓
Обработка импеллеров										○

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Конфигурация Операция	Эл. эрозия	Токарь	Резка	Резка 5D	2.5 Фрезер	3х Фрезер	3х Фрезер расширенный	Ротационная	5Х Фрезер	5Х Фрезер расширенный
4D ротационная										
Ротационная послойная								✓	✓	✓
Черновая ротационная								✓	✓	✓
Ротационная обработка								✓	✓	✓
Морфинг 4D***								✓	✓	✓
4D по поверхности***								✓	✓	✓
4D контур***								✓	✓	✓
Доработка										
Подчистка углов							✓	✓	✓	✓
Карандашная							✓	✓	✓	✓
Обработка фасок				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Резка										

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Конфигурация **Операция**	**Эл. эрозия**	**Токарь**	**Резка**	**Резка 5D**	**2.5 Фрезер**	**3х Фрезер**	**3х Фрезер расширенный**	**Ротационная**	**5Х Фрезер**	**5Х Фрезер расширенный**
Резка			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Резка 5D				✓					✓	✓
2D резка ножом			○	○	○	○	○	○	○	○
6D резка ножом				○					○	○
Раскрой	○		○	○	○	○	○	○	○	○
Обработка диском										
Черновая диском					○	○	○	○	○	○
Резка диском 2D				○	○	○	○	○	○	○
Резка диском 6D				○					○	○
Wire EDM										
2D электроэрозионная обработка контура	✓									
4D электроэрозионная обработка контура	✓									
Аддитивная										

Конфигурация **Операция**	**Эл. эрозия**	**Токарь**	**Резка**	**Резка 5D**	**2.5 Фрезер**	**3х Фрезер**	**3х Фрезер расширенный**	**Ротационная**	**5Х Фрезер**	**5Х Фрезер расширенный**
Наплавка области						○	○	○	○	○
Наплавка по кривой						○	○	○	○	○
Наплавка 3D						○	○	○	○	○
Наплавка 5D									○	○
Плоская печать						○	○	○	○	○
Неплоская печать									○	○
Сварка										
Точечная сварка									○	○
Сварка 6D									○	○
Покраска										
Покраска по контуру									○	○
Покраска по поверхности									○	○
Покраска морф									○	○
Покраска ротационная									○	○
Термообработка									○	○
Вспомогательные										

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Конфигурация **Операция**	**Эл. эрозия**	**Токарь**	**Резка**	**Резка 5D**	**2.5 Фрезер**	**3х Фрезер**	**3х Фрезер расширенный**	**Ротационная**	**5Х Фрезер**	**5Х Фрезер расширенный**
Группа	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Вспомогательная операция	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Операция на основе текста УП					○	○	○	○	○	○
Токарная операция на основе текста УП		✓			○	○	○	○	○	○
Перемещение детали										
Захват и перемещение по точкам									○	○
Абстрактный захват и перемещение									○	○
Подача прутка					○	○	○	○	○	○
Работа противошпинделем					○	○	○	○	○	○
Токарный перехват					○	○	○	○	○	○
Перехват в следующий установ					○	○	○	○	○	○
Измерение										
Измерение инструмента			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Конфигурация Операция	Эл. эрозия	Токарь	Резка	Резка 5D	2.5 Фрезер	3х Фрезер	3х Фрезер расширенный	Ротационная	5Х Фрезер	5Х Фрезер расширенный
Измерение детали			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Измерение токарного инструмента		✓			○	○	○	○	○	○
Измерение токарной детали		✓			○	○	○	○	○	○

✓ — доступна

○ — опция (требуется дополнительная лицензия)

*ограничено обработкой карманов только с вертикальными стенками

**ограничено генерацией только 3-осевой траектории инструмента

***ограничено генерацией до 4-осевой траектории инструмента

Сопутствующие ссылки:

Техническая поддержка(see page 28)

10.2 Конфигурации по видам обработки

Конфигурация Тип обработки	Экспресс	Эрозия	Токарь	Резка	2.5х Фрезер	3х Фрезер базовый	3х Фрезер расширенный	Ротационная	5х Фрезер
3+2					✓	✓	✓	✓	✓
Токарная XZCY					○	○	○	○	○
Токарная XZCYB								○	○
Электроэрозионная					○	○	○	○	○

© 2025 ООО СПРУТ Технология

Дополнительные модули									
Расширения									
Адаптивная SC						○	○	○	○
Моделирование на основе текста УП	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Интеграция с Teamcenter		○	○	○	○	○	○	○	○
Робот* * +				○					○
Multiblade Basic									○
Многоканальная обработка					○	○	○	○	○
Разрешение Virtual PC	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Запрет сетевой активности	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Запрет экспорта	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Блокировка MachineMaker	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Блокировка вывода УП	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Операции									
Операции на основе теста УП	○		○	○	○	○	○	○	○
Наплавка 5D									○
Наплавка 3D						○	○	○	○
Резка диском 2D				○	○	○	○	○	○

Резка диском 6D									○
Черновая диском							○	○	○
Резка ножом 6D				○		○	○	○	○
Резка ножом 2D				○		○	○	○	○
Сварка									○
Покраска									○
5D резка				○					✓

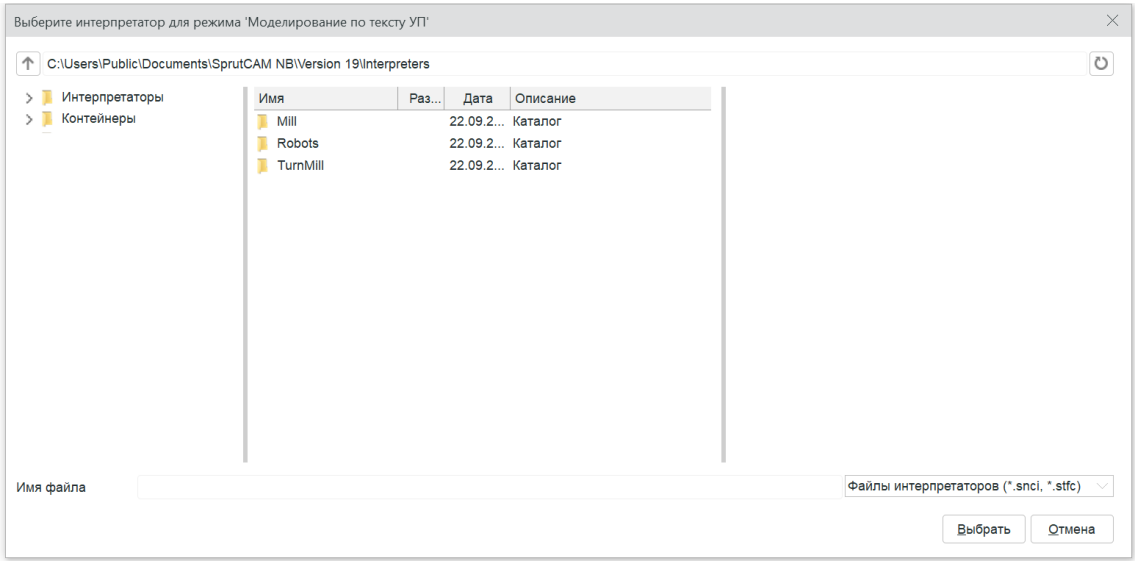
✓ — доступна

○ — опция (требует дополнительной лицензии)

** — Опция контроля и подключения роботов во фрезерные конфигурации.

Запрет экспорта - выключает все функции позволяющие вывести геометрические модели во внешний файл. Используется предприятиями на которых геометрические модели представляют значительную ценность или из соображений секретности.
Блокировка MachineMaker - блокирует запуск MachineMaker.
Блокировка вывода УП - блокирует вывод управляющей программы во внешний файл. Используется для институтов для исключения возможности использования учебных лицензий в коммерческих целях.
Запрет сетевой активности - выключает все функции внутри ядра приложения отправляющие любые данные по сети. Важно: Исключая работу с сетевыми лицензиями и сторонние модули.

10.3 Перечень интерпретаторов



© 2025 ООО СПРУТ Технология

10.3.1 **Область применения:**

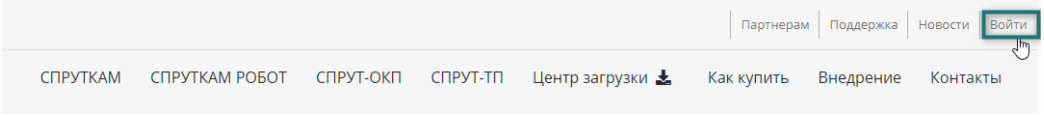
В системе доступны готовые интерпретаторы. Некоторые из них доступны по общей лицензии, в то время как для других требуются специальные лицензии. Вы можете ознакомиться с полным списком по ссылке. Узнать больше[28]

10.4 Получение ознакомительной лицензии

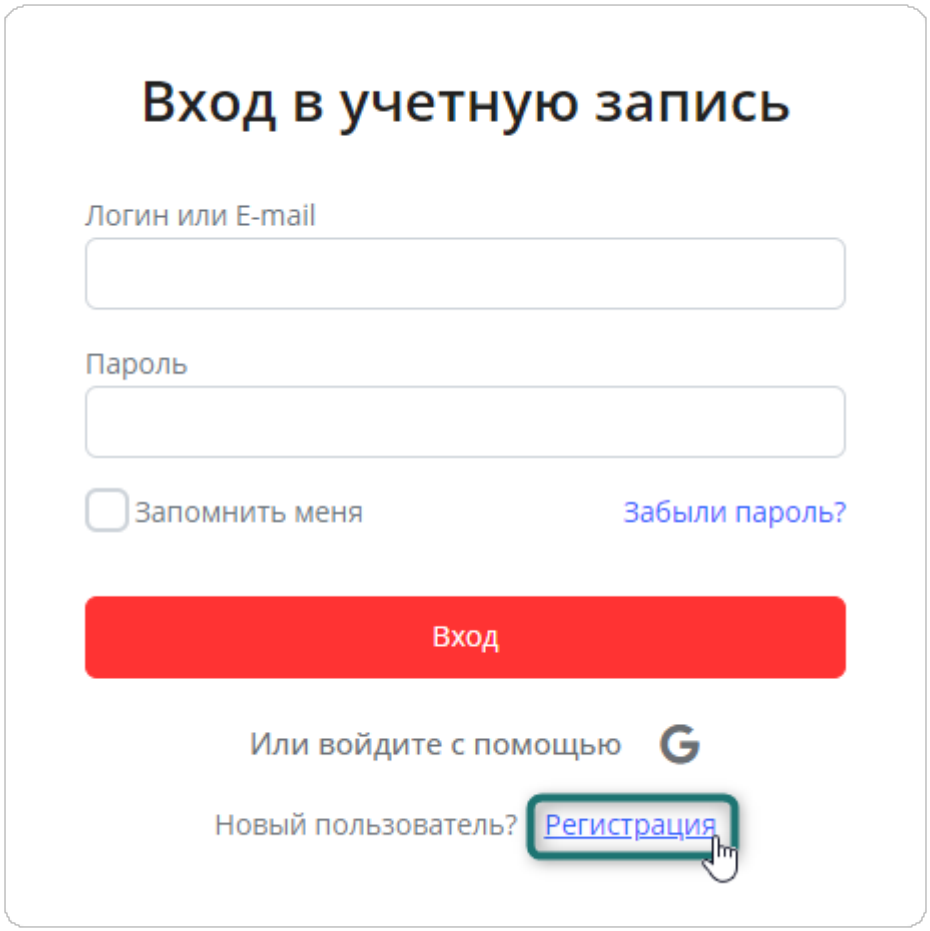
Перед тем как приобрести наше программное обеспечение, мы предлагаем вам воспользоваться ознакомительной лицензией, чтобы вы могли протестировать наш продукт на вашем устройстве и станке.

10.4.1 Пошаговое руководство

1. Для начала необходимо перейти на главную страницу сайта sprut.ru[29].
2. Далее нажмите кнопку «**Войти**», расположенную в правом верхнем углу сайта.



3. Перейдите по соответствующей ссылке для заполнения формы регистрации.

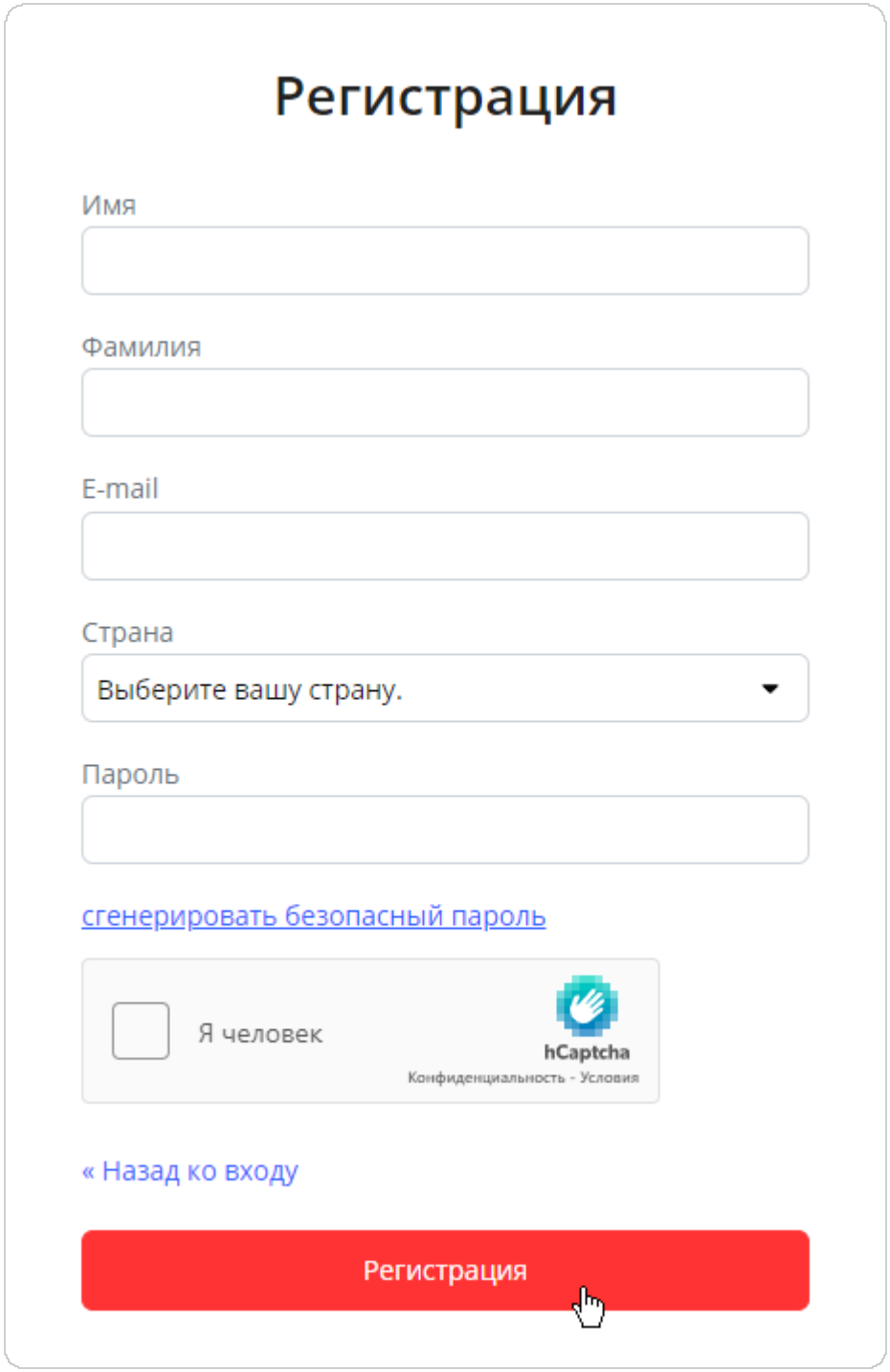


4. Заполните форму регистрации, предоставив следующую информацию:

28 https://docs.sprut.ru/Interpreters/19/10341.html
29 https://sprut.ru

- Имя
- Фамилия
- Адрес электронной почты
- Страна
- Пароль

5. Проверьте правильность введённых данных и нажмите кнопку «**Регистрация**».

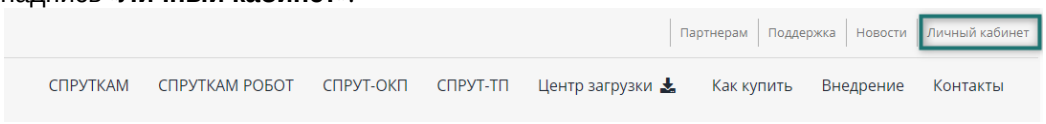


6. После успешной регистрации вы будете автоматически перенаправлены на главную страницу сайта sprut.ru[30]. В правом верхнем углу сайта должна появиться

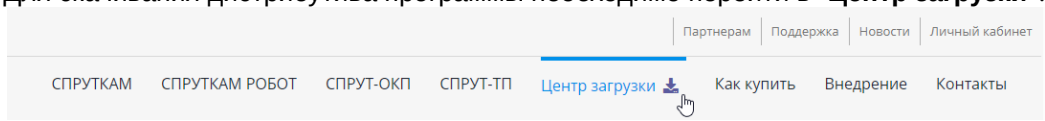
30 https://sprut.ru/

© 2025 ООО СПРУТ Технология

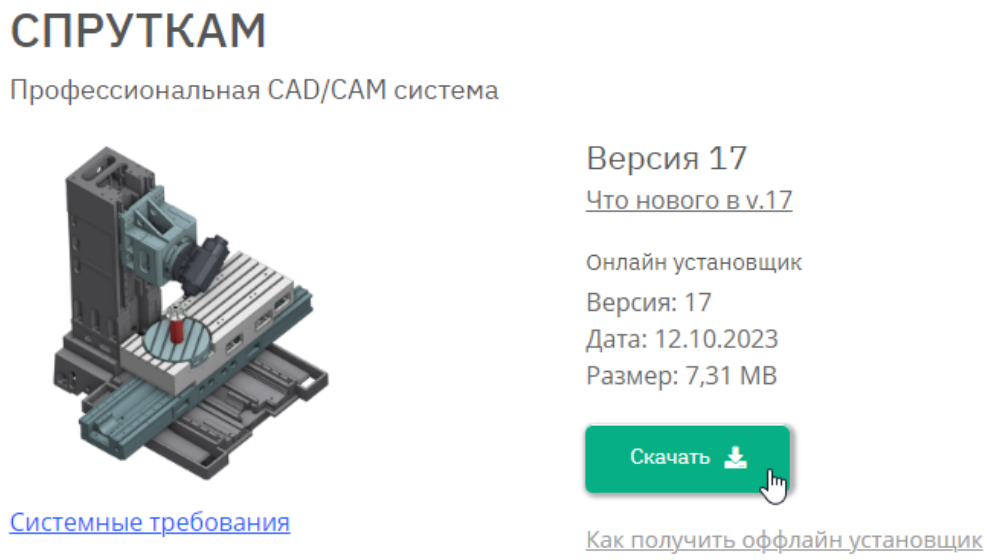
надпись «**Личный кабинет**».



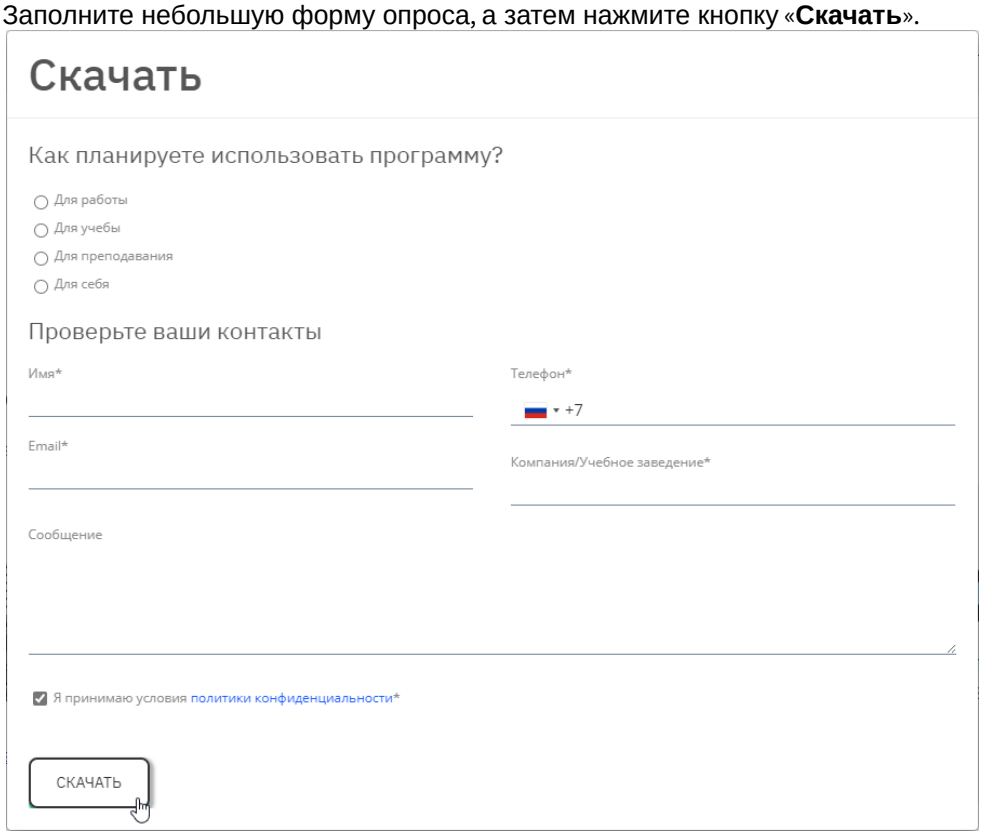
7. Для скачивания дистрибутива программы необходимо перейти в «**Центр загрузки**».



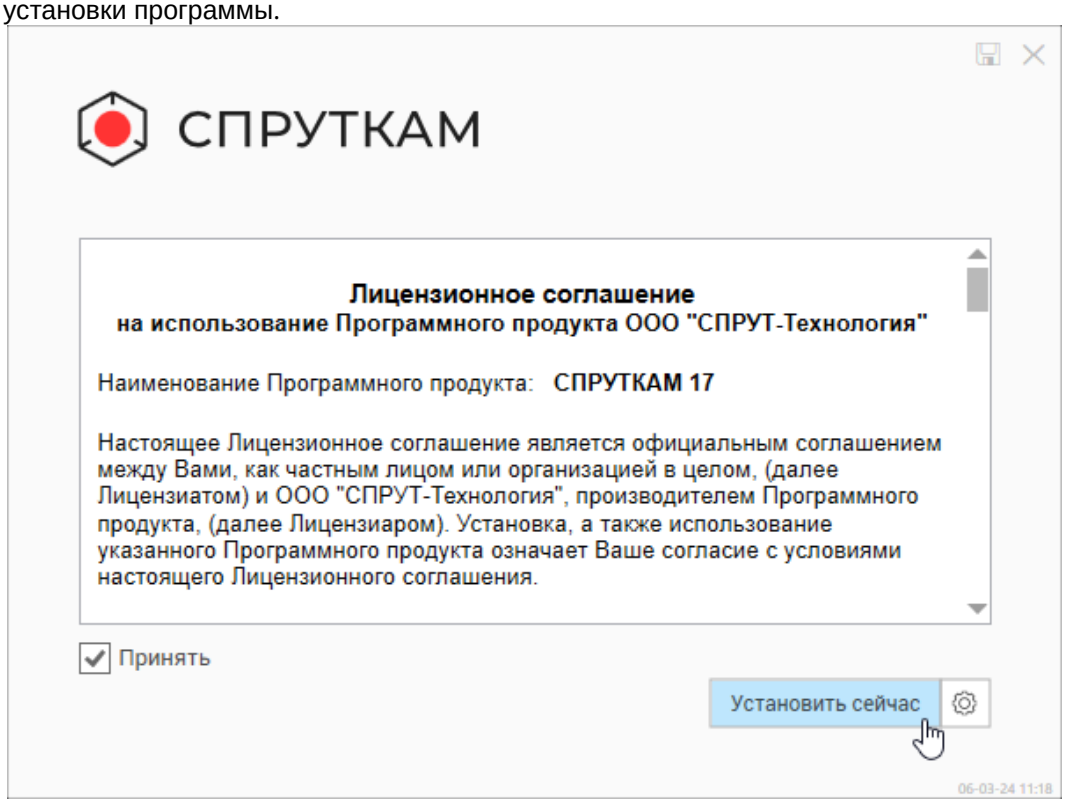
8. И нажать кнопку «**Скачать**».



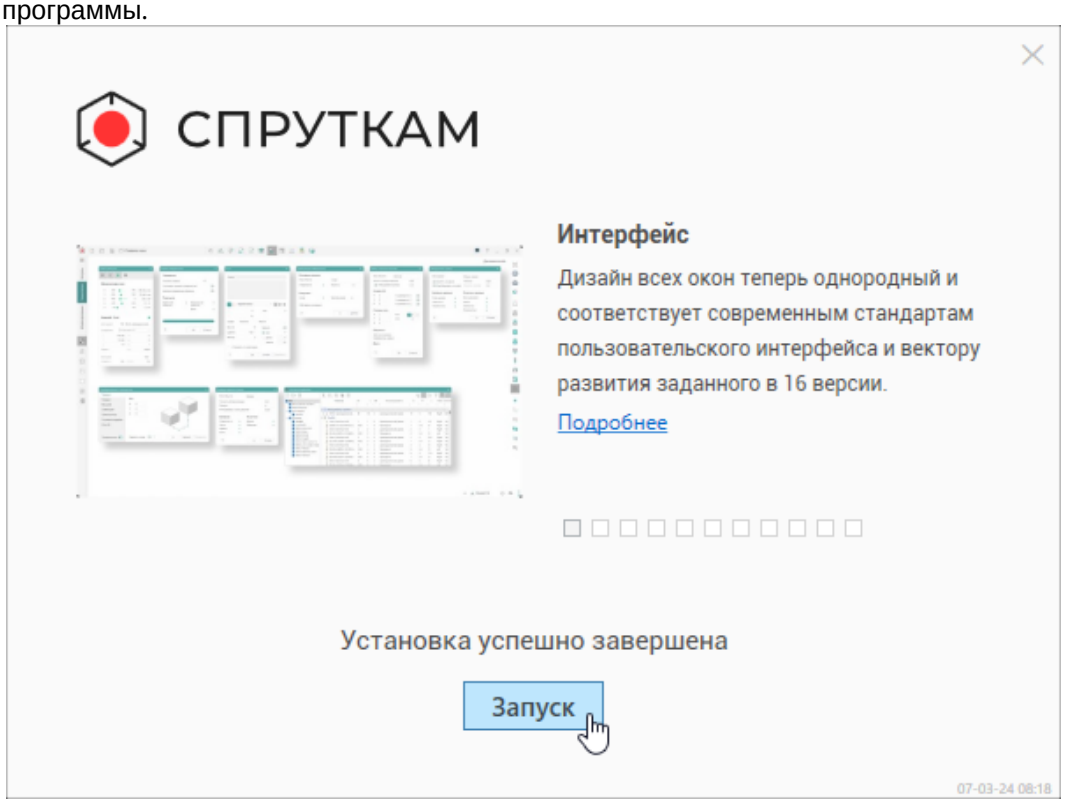
9. Заполните небольшую форму опроса, а затем нажмите кнопку «**Скачать**».



10. После завершения загрузки запустите скачанный файл, чтобы начать процесс установки программы.

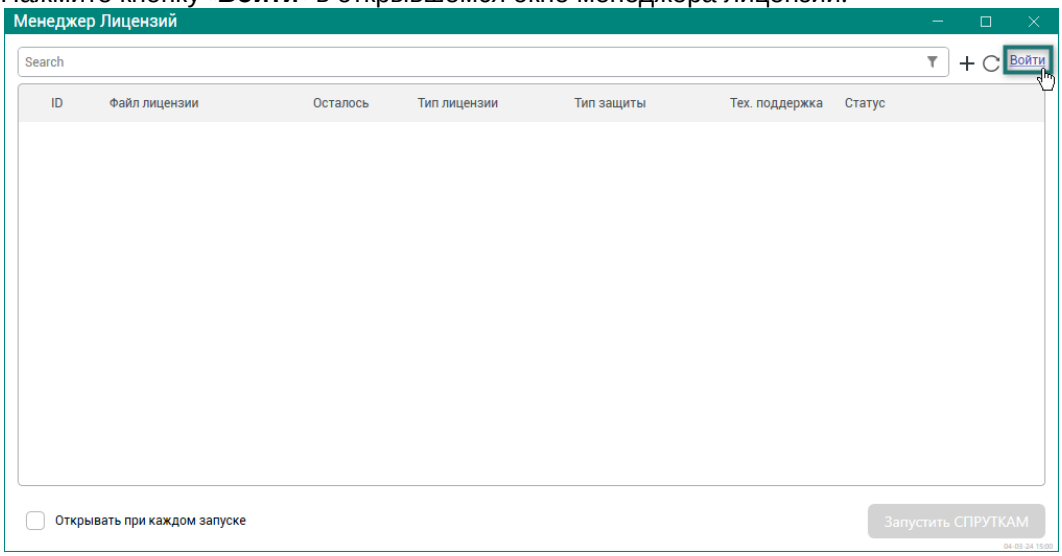


11. Выполните установку программы, следуя предоставленным подсказкам на экране.
12. После завершения установки нажмите кнопку «**Запуск**» в окне инсталлятора программы.

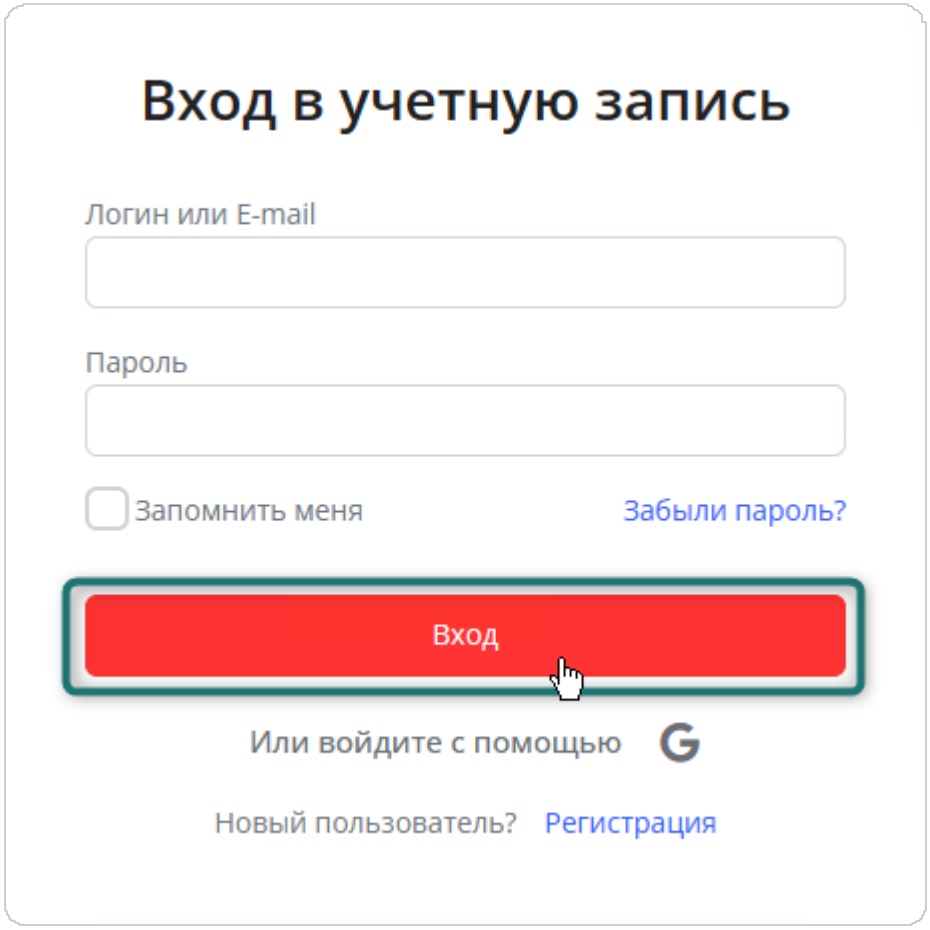


© 2025 ООО СПРУТ Технология

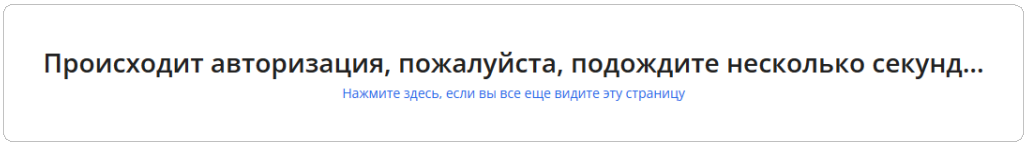
13. Нажмите кнопку «**Войти**» в открывшемся окне менеджера лицензий.



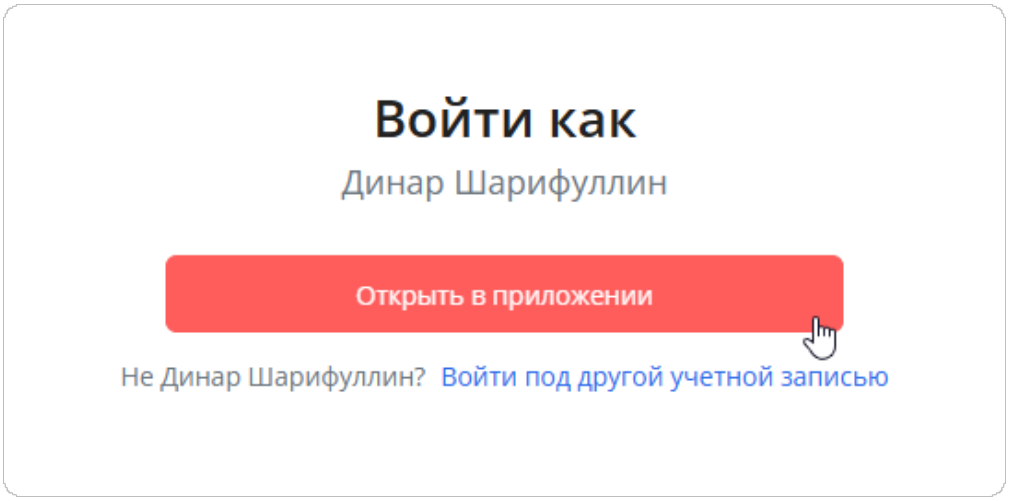
14. Введите адрес электронной почты и пароль, указанные при регистрации, и нажмите кнопку «**Вход**».



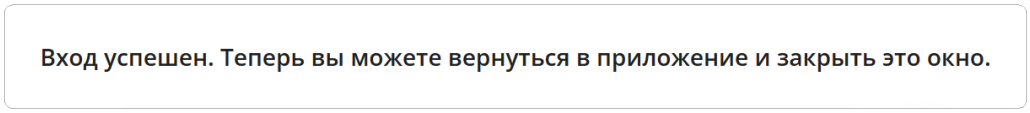
15. Подождите несколько секунд пока происходит авторизация.



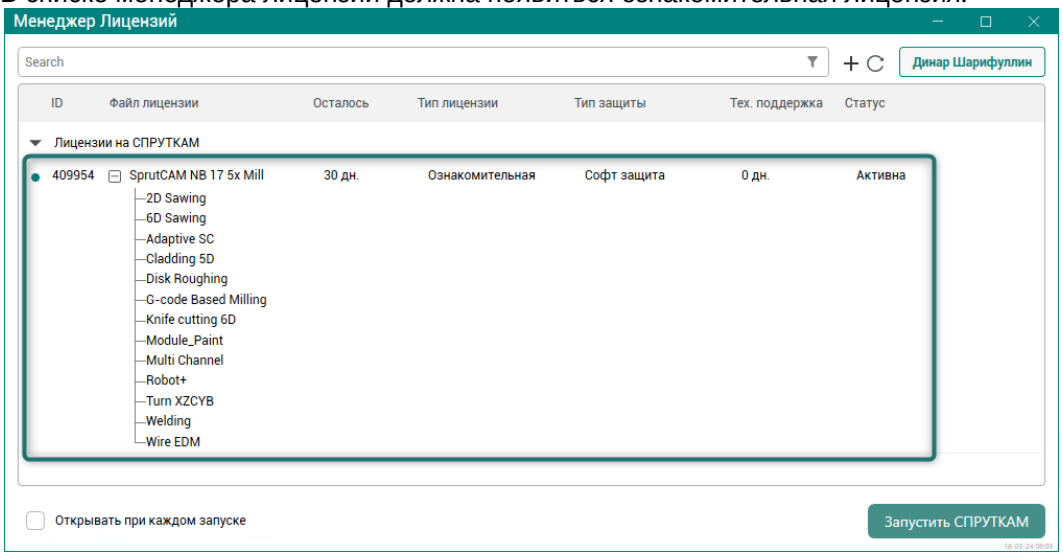
16. Завершите вход в Вашем браузере, нажав кнопку «**Открыть в приложении**».



17. Закройте вкладку в браузере и вернитесь в приложение.

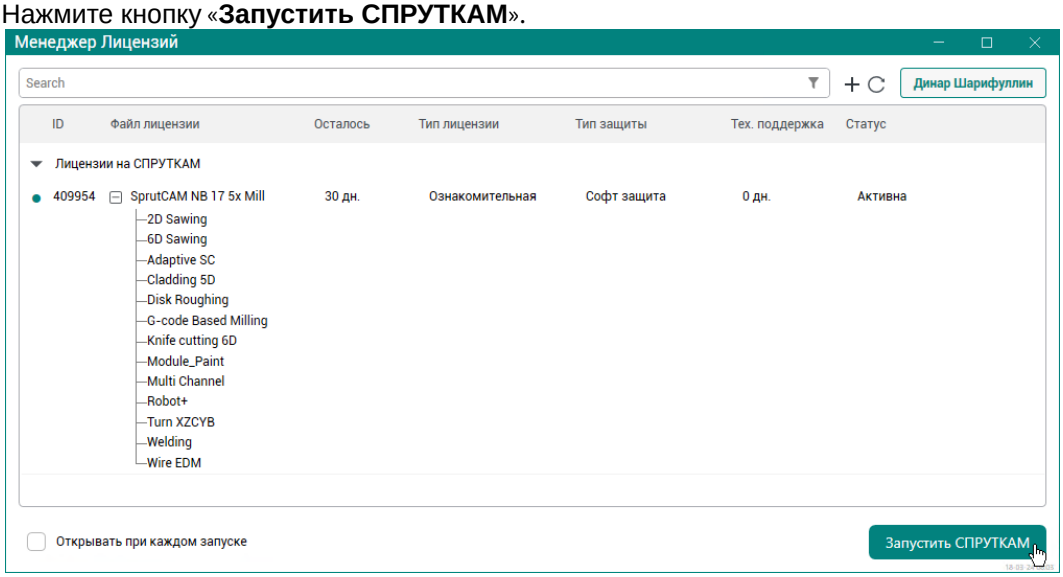


18. В списке менеджера лицензий должна появиться ознакомительная лицензия.



© 2025 ООО СПРУТ Технология

19. Нажмите кнопку «**Запустить СПРУТКАМ**».



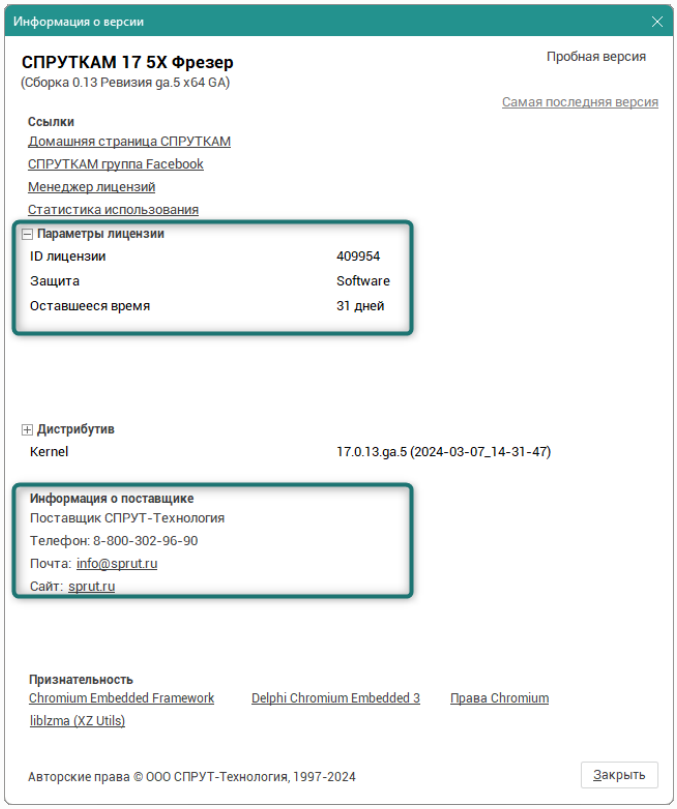
Информация о лицензии

Чтобы узнать дополнительную информацию о лицензии СПРУТКАМ

1. Нажмите на иконку программы в левом верхнем углу экрана
2. Выберите пункт меню «**Версия**» в выпадающем списке

В новом окне будет представлена следующая информация:

- ID лицензии
- Защита
- Оставшееся время
- Информация о поставщике



10.5 Рекомендации по отправке запроса в техподдержку

Перед отправкой сообщения об ошибке убедитесь, что вы используете последнюю версию СПРУТКАМ.

Если проблема сохраняется даже после обновления, постарайтесь предоставить как можно больше информации для анализа ситуации.

Чем больше информации вы предоставите в отчёте о проблеме, тем больше вероятность, что мы сможем воспроизвести проблему на нашей стороне и исправить её.

И тем меньше совместного времени будет потрачено на переписку с целью получения всех необходимых данных.

10.5.1 Итак, для эффективного решения проблемы отчёт об ошибке должен содержать:

- Информацию о наличии ошибки в последней версии СПРУТКАМ.
- Текстовое описание проблемы: в чём именно она заключается, и какие шаги приводят к её возникновению.
- Скриншоты, демонстрирующие проблему.
- Видеозапись с экрана компьютера, на которой видны действия, приводящие к проблеме (большие файлы рекомендуется загружать в облачные сервисы, такие как Google Drive, Яндекс Диск и т.д., а в билет вставлять ссылки на эти файлы).
- Файл проекта и логи СПРУТКАМ (прикрепляются автоматически при создании билета из окна программы).

Если нам потребуется дополнительная информация, мы свяжемся с вами по электронной почте, поэтому периодически проверяйте её на наличие новых сообщений.

10.6 Решение проблем с авторизацией в менеджере лицензий

10.6.1 Проблема:

10.6.2 **Недоступна кнопка Sign в окне менеджера лицензий.**

10.6.3 Решение:

1) Проверить доступность интернет ресурсов webservices.sprut.ru[31] и sprut.ru[32] командами командной строки:

a) ping webservices.sprut.ru[33]

b) ping sprut.ru[34]

---

31 http://webservices.sprut.ru/
32 http://webservices.sprut.ru/
33 http://webservices.sprut.ru
34 http://sprut.ru

© 2025 ООО СПРУТ Технология

В случае успеха будет возвращаться время ответа сервиса.

В противном случае необходимо устранить проблему доступности до данных интернет сервисов при помощи локального системного администратора.

2 В браузере по умолчанию выполнить запрос:

https://webservices.sprut.ru/api/v1/status

В случае доступности службы лицензирования ответ должен быть следующим

{"status":"OK"}

Любой другой ответ будет содержать описание ошибки связи с сервисом лицензирования.

При помощи системного администратора необходимо произвести коррекцию настроек сети соответственно вышедней ошибке.

3 Повторить запрос в стандартном браузере (**Edge** или **Internet Explorer**) который использует не свои настройки для выхода в интернет, а настройки системы, так как менеджер лицензий использует именно их.

4 Выполнить в командной строке команду

*curl "*https://webservices.sprut.ru/api/v1/status*"*

в случае успеха ответ должен быть

{"status":"OK"}.

В случае возврата кода ошибки при помощи системного администратора необходимо произвести коррекцию настроек сети, соответственно вышедней ошибке.

5 Проверьте, что для сетевой карты активен протокол IPv4.

10.6.4 Проблема:

10.6.5 **Менеджер лицензий не запускается**

10.6.6 Решение:

Закрыть менеджер лицензий и удалить следующий каталог:

%temp%\.net

Запустить Менеджер лицензий и проверить повторяется ли проблема.

10.6.7 Проблема:

10.6.8 **Не удается индентифицировать проблему или методы решения указанные выше не помогли**

10.6.9 Решение:

Оттправить сообщение в службу технической поддержки по адресу:

support@sprut.ru[35]

Необходимо описать проблему, по возможности способ стабильного её повторения, и приложить к обращению заархивированный файл:

"%temp%\SCLicenseManagerLog.txt"

10.7 Additionally installed software

35 mailto:support@sprut.ru

© 2025 ООО СПРУТ Технология